

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**Samuel Cunha Oliveira Giordani**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS EM PEQUI**

**(*Caryocar brasiliense* Cambess. - Caryocaraceae)**

**Diamantina**

**2019**

**Samuel Cunha Oliveira Giordani**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS EM PEQUI**  
**(*Caryocar brasiliense* Cambess. - Caryocaraceae)**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em  
Produção Vegetal da Universidade Federal dos  
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito  
para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia Regina da Costa  
Coorientador: Prof. Dr. José S. Cunha Fernandes

**Diamantina**

**2019**

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- G497b      Giordani, Samuel Cunha Oliveira.  
              Biologia reprodutiva e produtividade de frutos em pequi  
              (*Caryocar brasiliense* Cambess - *Caryocaraceae*) / Samuel  
              Cunha Oliveira Giordani, 2019.  
              62 p. : il.
- Orientador: Márcia Regina da Costa  
              Coorientador: José Sebastião Cunha Fernandes
- Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em  
              Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do  
              Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.
1. Coeficiente de repetibilidade. 2. Coeficiente de  
              determinação. 3. Anatomia floral. 4. Polinização. I. Costa,  
              Márcia Regina da. II. Fernandes, José Sebastião Cunha. II.  
              Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e  
              Mucuri.
- CDD 575.6

**Biologia reprodutiva e produtividade de frutos em Pequi (*Caryocar  
brasiliense* Cambess - Caryocaraceae)**

Tese apresentada ao DOUTORADO  
EM PRODUÇÃO VEGETAL, nível de  
DOUTORADO como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
DOUTOR EM PRODUÇÃO VEGETAL

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Márcia  
Regina Da Costa

Data da aprovação : 06/09/2019

*Márcia Regina Costa*

Prof.Dr.<sup>a</sup> MÁRCIA REGINA DA COSTA - UFVJM

*Thiago S. Coser*

Dr. THIAGO DOS SANTOS COSER - BIOCEV SERVIÇOS DE MEIO AMBIENTE LTDA

*Dayana M.T. Francino*

Prof.Dr.<sup>a</sup> DAYANA MARIA TEODORO FRANCINO - UFVJM

*Miranda Titon*

Prof.Dr.<sup>a</sup> MIRANDA TITON - UFVJM

*Evandro Luiz Mendonça Machado*  
Dr. EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO - UFVJM

*A Deus, que me norteou durante esta jornada.  
Aos meus pais Édina e Humberto e à minha  
irmã Camila.*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

A Deus e a Maria Santíssima por terem me dado forças para enfrentar as dificuldades e seguir em frente.

Aos meus pais Humberto e Édina pelo amor incondicional e apoio em todos os momentos. Vocês foram e sempre serão a minha referência. Amo vocês!

A minha irmã Camila. Você acreditou em mim desde o início e me deu forças para iniciar o caminho. Graças ao seu incentivo cheguei até aqui! Amo você!

Aos meus avós Zito, Terezinha, Joaquim e Irene (*in memoriam*) por terem me ensinado a semear boas sementes...

Meus sinceros agradecimentos a minha orientadora profa. Márcia pela dedicação e carinho. Obrigado pelas conversas, conselhos e amizade. Muito obrigado por ter acreditado e incentivado o meu trabalho!

Ao prof. Cunha pela dedicação com o nosso trabalho. Quando cheguei aqui em Diamantina o senhor me acolheu, orientou, aconselhou e ainda hoje continua fazendo o mesmo. Obrigado pela amizade e acima de tudo por ser um exemplo de profissional íntegro, honesto e dedicado!

A profa. Dayana pela amizade, carinho e incentivo. Obrigado por me orientar neste vasto campo da anatomia vegetal.

A profa. Fabiane pelos conselhos, conversas e amizade.

Aos amigos do laboratório de histologia, prof. José Bosco, profa. Conceição, Prof. Robson, Profa. Cristine e Magdala. Obrigado pela amizade e incentivo.

Ao amigo Paulo Henrique. Obrigado pela amizade, incentivo e auxílio nos experimentos.

Ao amigo Christian. Obrigado pelo imenso auxílio nos experimentos e nos trabalhos de laboratório. Você foi meu braço direito e esquerdo nos experimentos de polinização. Muito obrigado!

Ao amigo Roni pela ajuda na avaliação dos experimentos.

Aos funcionários e ex-funcionários do Parque Estadual do Rio Preto em especial ao Tonhão e ao Deco.

Aos professores, funcionários e amigos do Programa de pós-graduação em Produção Vegetal pela assistência e ensinamentos.

A amiga Michelle pela amizade, conselhos e incentivo. Obrigado pelo carinho e imenso auxílio com o trabalho.

A minha namorada Nildete pelo amor e carinho. Obrigado pelo incentivo, compreensão e apoio durante a reta final. Amo você!

Aos meus irmãos do GOU. Obrigado pela amizade, carinho e por serem suporte em todos os momentos de dificuldade e dor. Obrigado pela grande família que nos tornamos!

Ao IEF por permitir a realização do trabalho no Parque Estadual do Rio Preto.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

Aos membros da banca pelas considerações e contribuições.

Finalmente agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento de nosso trabalho.

*No coração da ciência existe um equilíbrio essencial entre duas atitudes aparentemente contraditórias: uma abertura para ideias novas, por mais bizarras ou contrárias à intuição que sejam, e o exame cético mais implacável de todas as ideias, antigas e novas. É assim que verdades profundas são separadas de disparates profundos.*

**Carl Sagan**



## RESUMO GERAL

O pequizeiro é uma espécie frutífera nativa do Cerrado brasileiro cujos frutos são cultural e economicamente importantes. Compreender aspectos sobre a biologia floral é primordial por subsidiar as etapas de melhoramento genético, manejo e domesticação da espécie, além de explicar as relações existentes entre as plantas e o ambiente em que vivem. Além disso, o desenvolvimento de pesquisas que visam quantificar a produção de frutos por árvore e determinar os fatores que influenciam a variabilidade da produção são economicamente importantes para a espécie. O trabalho, portanto, possui por objetivos: 1) descrever a biologia floral e investigar aspectos da biologia reprodutiva de *Caryocar brasiliense*; 2) estimar os efeitos de avaliações, matrizes e do coeficiente de repetibilidade para a produção de frutos; 3) estimar a produtividade de frutos, polpa e óleo por hectare em pequizeiros oriundos de duas populações. Para descrever a biologia floral e os aspectos reprodutivos, 53 indivíduos foram acompanhados no Parque Estadual do Rio Preto. Foram registradas informações como cor e odor das flores, duração e período de antese, receptividade do estigma, volume de néctar e concentração de açúcares, bem como a disponibilidade de pólen. Foram avaliados também o número, a disposição das peças florais e o tamanho das estruturas. Em laboratório, lâminas histológicas permanentes foram confeccionadas utilizando técnicas usuais em anatomia vegetal a partir de amostras de flores e botões florais. Foram realizados experimentos de polinização seguindo os tratamentos: polinização aberta, polinização cruzada, agamospermia e autopolinização manual. Os frutos formados foram acompanhados até o amadurecimento para a verificação do número de sementes viáveis e abortadas. Para estimar os efeitos de avaliações, matrizes e do coeficiente de repetibilidade para a produção de frutos e a produtividade de frutos, polpa e óleo por hectare, foram realizadas quatro avaliações em 21 matrizes em dois locais e em diferentes anos para os caracteres: número total de frutos produzidos, massa total dos frutos e massa média dos frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e a partir dos resultados foram estimados o coeficiente de repetibilidade e o coeficiente de determinação genotípica. Para calcular a produtividade por hectare foi estimado o número de árvores por hectare, a produção total de frutos por hectare, a massa total de frutos por hectare, a massa total de polpa por hectare e a produção total de óleo de polpa por hectare. Os resultados das descrições morfológicas e anatômicas das flores revelaram características até então não registradas para *Caryocar brasiliense*, ampliando o conhecimento sobre a espécie. O estigma permaneceu viável e houve disponibilidade de grãos de pólen viáveis durante todo o período de antese. O volume médio de néctar acumulado foi

de  $552,4 \mu\text{L} \pm 385,2$  e a concentração média de açúcares  $15,3\% \pm 3,3$ . A espécie frutifica com o próprio pólen. As polinizações cruzadas manuais e polinizações abertas resultaram em uma taxa de frutificação menor que as autopolinizações e não houve formação de frutos por agamospermia. Os efeitos de matrizes e avaliações foram significativos para a maioria das variáveis. O coeficiente de repetibilidade estimado foi acima de 0,6 para a grande maioria das variáveis, sendo considerado de alta magnitude. As quatro avaliações realizadas foram consideradas satisfatórias para se atingir um coeficiente de determinação de pelo menos 80%, comprovando a regularidade do comportamento das matrizes. As melhores estimativas de rendimento de frutos, polpa e óleo ocorreram em matrizes da população de Curvelo, sendo 15079,8, 1427,0 e 275,0 kg respectivamente, por hectare. A seleção de matrizes superiores para as variáveis em apreço deve ser conduzida em mais de uma população levando-se em consideração a produtividade em número e quilos de frutos, polpa e teor de óleo das matrizes, favorecendo desta forma, o sucesso em um eventual programa de melhoramento genético para a espécie.

**Palavras chave:** Coeficiente de repetibilidade. Coeficiente de determinação. Anatomia floral. Polinização.

## GENERAL ABSTRACT

Pequizeiro is a native fruit species of the Brazilian Cerrado whose fruits are culturally and economically important. Understanding aspects of floral biology is paramount because it supports the stages of genetic improvement, management and domestication of the species, and explains the relationships between plants and the environment in which they live. In addition, the development of research aimed at quantifying fruit yield per tree and determining the factors that influence yield variability are economically important for the species. Therefore, the study aims to: 1) describe floral biology and investigate aspects of reproductive biology of *Caryocar brasiliense*; 2) estimate the effects of evaluations, matrices and the repeatability coefficient for fruit production; 3) to estimate fruit, pulp and oil productivity per hectare in pequi trees from two populations. To describe floral biology and reproductive aspects, 53 individuals were followed at Rio Preto State Park. Information such as flower color and odor, anthesis duration and period, stigma receptivity, nectar volume and sugar concentration, as well as pollen availability were recorded. The number, arrangement of the floral pieces and the size of the structures were also evaluated. In the laboratory, permanent histological slides were made using usual techniques in plant anatomy from flower samples and flower buds. Controlled pollination experiments were performed following the treatments: open pollination, cross pollination, agamospermia and manual self pollination. The fruits formed were followed until ripening to verify the number of viable and aborted seeds. To estimate the effects of evaluations, matrices and repeatability coefficient for fruit yield and fruit, pulp and oil yield per hectare, four evaluations were performed on 21 mother trees in two locations and in different years for the characters: total number of fruit produced, total fruit mass and average fruit mass. The data were submitted to variance analysis and from the results the repeatability coefficient and the genotypic determination coefficient were estimated. To calculate yield per hectare, the number of trees per hectare, total fruit yield per hectare, total fruit mass per hectare, total pulp mass per hectare and total pulp oil production per hectare were estimated. The results of the morphological and anatomical descriptions of the flowers revealed characteristics not previously registered for *Cariocar brasiliense*, expanding the knowledge about the species. Stigma remained viable and viable pollen grains were available throughout the anthesis period. The average accumulated nectar volume was  $552.4 \mu\text{L} \pm 385.2$  and the average sugar concentration  $15.3\% \pm 3.3$ . The species bears fruit with its own pollen. Manual cross-pollination and open pollination resulted in a lower fruiting rate than self-pollination and did not hear fruit formation by agamospermia. The effects of

matrices and evaluations were significant for most variables. The estimated repeatability coefficient was above 0.6 for the vast majority of variables, being considered of high magnitude. The four evaluations performed were considered satisfactory to reach a determination coefficient of at least 80%, proving the regularity of the behavior of the matrices. The best estimates of fruit, pulp and oil yield occurred in matrices of the Curvelo population, being 15079.8, 1427.0 and 275.0 kg, respectively, per hectare. The selection of superior matrices for the variables under consideration should be conducted in more than one population taking into account the productivity in number and kilograms of fruits, pulp and oil content of the matrices, thus favoring the success in any eventual program of genetic improvement for the species.

**Keywords:** Repeatability coefficient. Determination coefficient. Floral anatomy. Pollination.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO I

Figura 1 – Localização da área de estudo.....	21
---	----

### CAPÍTULO II

Figura 1 – Anatomia floral em <i>Caryocar brasiliense</i> Cambes (Caryocaraceae), Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais Estrutura do trabalho.....	38
Figura 2 – Ovário de <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaraceae), Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.....	40

### CAPÍTULO III

Figura 1 – Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil.....	47
Figura 2 – Fazenda Experimental do Moura, Minas Gerais, Brasil.....	48

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1 – Número e dimensões das estruturas florais <sup>1</sup> de <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaraceae), no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.....	24
Tabela 2 – Média <sup>1</sup> da viabilidade polínica em <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaraceae), no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.....	26
Tabela 3 – Resultados dos testes de polinização em <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaraceae), no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais exto.....	28

### CAPÍTULO III

Tabela 1 – Quadro da análise de variância conjunta para número total de frutos produzidos (NTF), massa média dos frutos (MMF) e massa total dos frutos (MTF) coletados em matrizes de duas populações (Parque Estadual do Rio Preto/São Gonçalo do Rio Preto e Fazenda Experimental do Moura/Curvelo, MG) por quatro anos.....	48
Tabela 2 – Análise de Variância para as variáveis avaliadas <sup>1</sup> e suas respectivas probabilidades de significância P(F) para os frutos de pequizeiro analisados nos anos de 2013 a 2017 provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.....	50
Tabela 3 – Estimativas médias do coeficiente de repetibilidade ( $\rho$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para as variáveis <sup>1</sup> avaliadas nos anos de 2013 a 2017, em frutos de pequizeiro provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.....	51
Tabela 4 – Valores médios por procedências e matrizes para as variáveis <sup>1</sup> avaliadas nos anos de 2013 a 2017, em frutos de pequizeiro provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.....	53
Tabela 5 – Estimativas do número de plantas por hectare e produtividade por hectare <sup>1</sup> baseado nas avaliações realizadas nos anos de 2013 a 2017 e nos dados obtidos por Soares et al. (2017), em frutos de pequizeiro provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.....	56

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	07
GENERAL ABSTRACT.....	09
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
INTRODUÇÃO GERAL.....	15
REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO I.....	18
MORFOLOGIA FLORAL E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaraceae).....	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	18
INTRODUÇÃO.....	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
Área de estudo.....	20
Biologia Floral.....	21
Sistema Reprodutivo.....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
Biologia Floral.....	23
Sistema Reprodutivo.....	28
CONCLUSÃO.....	30
REFERENCIAS.....	30
CAPÍTULO II.....	34
ANATOMIA FLORAL DE <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaraceae).....	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
Área de estudo.....	36
Anatomia Floral.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37

CONCLUSÃO.....	41
REFERENCIAS.....	41
 CAPÍTULO III.....	 43
REPETIBILIDADE E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS EM POPULAÇÕES DE PEQUIZEIRO ( <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.).....	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	44
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
Área de estudo.....	46
Coleta, análise e interpretação dos dados .....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÃO.....	57
REFERENCIAS.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62



## INTRODUÇÃO GERAL

A potencialidade que as frutíferas do Cerrado possuem, desperta o interesse econômico em diversos setores que adotam diferentes estratégias para a exploração dos seus frutos (GUIMARÃES, 2017). Entretanto, o extrativismo ainda é a principal forma de obtenção de frutos do Cerrado (MOURA et al., 2013; MAGALHÃES, 2014). Dentre as frutíferas deste bioma, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess.) destaca-se por seu elevado potencial econômico (GUIMARÃES, 2017), uma vez que seus frutos são muito apreciados e utilizados na alimentação humana por meio do preparo de pratos típicos, condimentos, óleos e bebidas adocicadas (SIQUEIRA et al., 2012).

Considerando que há uma contínua redução das áreas de Cerrado, as populações de *C. brasiliense* estão constantemente submetidas ao risco de extinção, o que justifica a necessidade de estudos que auxiliem nas estratégias de conservação da espécie (MELO JÚNIOR et al., 2004; GIORDANI et al., 2012). Outra forma de conservação seria a sua domesticação e posterior formação de pomares comerciais que atenderiam a demanda agroindustrial e diminuiria a pressão sofrida pela espécie com o extrativismo predatório (FERREIRA et al., 2015).

Neste sentido foram instalados dois experimentos no ano de 2005 em parceria com a empresa SADA Bioenergia e Agricultura LTDA na cidade de Carbonita - MG, constituindo deste modo o primeiro teste de procedências e progênes com o pequizeiro para fins de melhoramento genético e conservação de germoplasma. Estes experimentos constituíram o início do programa de melhoramento genético para a espécie e é coordenado pelo professor José Sebastião Cunha Fernandes.

O primeiro ensaio foi montado com 133 progênes oriundas de sete procedências: Caetanópolis (Propriedade particular); Curvelo (Fazenda Experimental do Moura, UFVJM); Mendanha, Distrito de Diamantina (Propriedade particular); Rio Preto, (Parque Estadual de Rio Preto); Carbonita (Propriedade particular); Carbonita (Fazenda da SADA Bio-Energia e Agricultura Ltda.); Terra Branca, Distrito de Bocaiúva (Fazenda da SADA Bio-Energia e Agricultura Ltda.); Montes Claros (Fazenda do CAA, Centro de Agricultura Alternativa). As sementes foram plantadas diretamente em covas (prática bastante comum na região já que a produção de mudas é bastante demorada e onerosa) na área experimental.

O segundo ensaio foi montado com 31 progênes oriundas de duas procedências: Curvelo (Fazenda do Moura, UFVJM) e Rio Preto, (Parque Estadual de Rio Preto). Este experimento foi instalado com mudas oriundas que foram produzidas as expensas da UFVJM,

na Fazenda Experimental do Moura, no município de Curvelo, MG e em seguida transportadas para o local do experimento. Estes experimentos possuíam por objetivos: 1) realizar avaliações periódicas, desde a fase juvenil (mudas), de várias características relacionadas ao desempenho e adaptação da espécie para promover sua domesticação e seu melhoramento genético e 2) criação de um banco de germoplasma “*ex situ*” onde parte da variabilidade genética da espécie seria preservada.

A importância de um programa de melhoramento com bases genéticas sólidas para o pequizeiro é incontestável, principalmente considerando-se que na literatura não existe nada equivalente. Também não constava na literatura revisada na época da implantação dos experimentos estabelecimento de um banco de germoplasma *ex situ* com embasamento genético populacional para esta espécie. Iniciativas neste sentido vêm trazer mais conhecimento da variabilidade genética para os diversos caracteres de interesse econômico; viabilizar a obtenção de materiais genéticos superiores para estes caracteres e; iniciar um processo de conservação da espécie.

Este último aspecto é importante uma vez que o aumento da importância econômica do fruto do pequizeiro vem aumentando o caráter predatório de sua colheita, não se deixando sementes no solo para reposição das árvores existentes. Há ainda forte suspeita de que se o processo continuar, não haverá substituição das atuais árvores. Assim sendo, a conservação *ex situ* ajuda resolver parte deste problema, além de ser economicamente mais viável e mais fácil de ser manipulada.

Ao longo destes 14 anos do programa de melhoramento do pequizeiro na UFVJM dezenas de trabalhos foram publicados e as informações já obtidas mostram alguns resultados alvissareiros em relação ao melhoramento e conservação do pequizeiro.

Também este trabalho vem contribuir para uma melhor compreensão os aspectos reprodutivos e estruturais da biologia floral do pequizeiro, bem como a produtividade e variabilidade da produção de seus frutos. Tais aspectos são importantes para a conservação e o manejo da espécie, possibilitando a sua domesticação, melhoramento genético e implantação de pomares comerciais, reduzindo assim o impacto que o extrativismo predatório lhe impõe.

Objetivou-se com este trabalho, portanto, descrever a biologia floral e investigar aspectos da biologia reprodutiva de *Caryocar brasiliense*, bem como, estimar os efeitos de avaliações, matrizes e do coeficiente de repetibilidade para a produção de frutos e a produtividade de frutos, polpa e óleo por hectare em pequizeiros oriundos de duas populações.

## REFERÊNCIAS

- FERREIRA, G. A.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; VELOSO, V. R.; SOUZA, E. R. B. Produção de frutos de populações naturais de pequi no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 121-129, 2015.
- GIORDANI, S. C. O.; FERNANDES, J. S. C.; TITON, M.; SANTANA, R. C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em pequi em estágio precoce. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 146-153, 2012.
- GUIMARÃES, R. N. **Propagação vegetativa do pequi (Caryocar brasiliense Camb.) por estaquia**. 74 f. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- MAGALHAES, R. M. A cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) no Cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 665-676, 2014.
- MELO JÚNIOR, A. F.; CARVALHO, D.; POVOA, J. S. R.; BEARZOTI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n. 66, p. 56-65, 2004.
- MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização física de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) do Cerrado. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n. 5, p. 905-912, 2013.
- SIQUEIRA, B. S.; ALVES, L. D.; VASCONCELOS, P. N.; DAMIANI, C.; SOARES JÚNIOR, M. S. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geléia light de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 560-567, 2012.

## CAPITULO I

### MORFOLOGIA FLORAL E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Caryocar brasiliense*

Cambess. (Caryocaraceae)

#### RESUMO

O trabalho teve por objetivo descrever a biologia floral e investigar aspectos da biologia reprodutiva em *Caryocar brasiliense*. Os estudos foram conduzidos no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais. Cinquenta e três indivíduos foram acompanhados para registro de informações como cor e odor das flores, duração e período de antese, receptividade do estigma, volume de néctar e concentração de açúcares, bem como a disponibilidade de pólen. Em laboratório, foram avaliados também o número, a disposição das peças florais e o tamanho das estruturas. Foram realizados experimentos de polinização seguindo os tratamentos: polinização aberta, polinização cruzada manual, agamospermia e autopolinização manual. Os frutos formados foram acompanhados até o amadurecimento para a verificação do número de sementes viáveis e abortadas. Os resultados das descrições morfológicas revelaram características até então não registradas para *C. brasiliense* tais como número de flores por inflorescência e tamanho dos pistilos. O estigma permaneceu viável e houve disponibilidade de grãos de pólen viáveis durante todo o período de antese. O volume médio de néctar acumulado foi de  $552,4 \mu\text{L} \pm 385,2$  e a concentração média de açúcares de  $15,3\% \pm 3,3$ . A espécie frutifica com o próprio pólen. As polinizações cruzadas manuais e polinizações abertas resultaram em uma taxa de frutificação menor que as autopolinizações e não houve formação de frutos por agamospermia. O estudo, portanto, apresentou novos dados sobre a biologia floral e reprodutiva de *C. brasiliense* ampliando o conhecimento sobre a espécie.

**Palavras-chave:** Pequi. Biologia floral. Polinização.

#### ABSTRACT

The objective of this work was to describe floral biology and to investigate aspects of reproductive biology in *Caryocar brasiliense*. The studies were conducted in the State Park of Rio Preto, Minas Gerais. 53 subjects were followed up to record information such as color and odor of flowers, duration and anthesis period, receptivity of stigma, volume of nectar and

concentration of sugars, as well as the availability of pollen. In the laboratory, the number, the arrangement of the floral pieces and the size of the structures were also evaluated. Controlled pollination experiments were carried out following the treatments: open pollination, cross pollination, agamospermia and manual self pollination. The fruits formed were followed until maturation to verify the number of viable and aborted seeds. The results of the morphological descriptions revealed characteristics not previously registered for *C. brasiliense* such as number of flowers by inflorescence and pistil size. The stigma remained viable and viable pollen grains were available throughout the anthesis period. The mean accumulated nectar volume was  $552.4 \mu\text{L} \pm 385.2$  and the mean sugar concentration was  $15.3 \pm 3.3$ . The species fructifies with the pollen itself. Manual cross-pollinations and open pollinations resulted in a lower fruiting rate than self-pollinations and did not hear fruit formation by agamospermia. The study, therefore, presented new data on the floral and reproductive biology of *C. brasiliense* expanding the knowledge about the species.

**Key words:** Pequi. Floral biology. Pollination.

## INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado, segundo maior ecossistema do país em área, embora possua grande importância ecológica, é considerado um hotspot mundial em biodiversidade devido às ameaças de destruição (STRASSBURG et al., 2017).

A biodiversidade de espécies frutíferas do bioma é abundante (GUEDES et al., 2017), com destaque para o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess.) espécie endêmica com alta amplitude de ocorrência (ARAKAKI et al., 2009) sendo uma das espécies cujo extrativismo é bastante acentuado (GUEDES et al., 2017).

Por possuir frutos comestíveis, que são cultural e economicamente importantes, *C. brasiliense* é uma espécie bem estudada (PAIVA et al., 2019) entretanto, estudos abordando a morfologia floral e biologia reprodutiva são escassos, sendo que aspectos reprodutivos e estruturais da biologia floral não foram ainda totalmente elucidados. Outro fator a ser considerado variabilidade genética entre plantas provenientes de diferentes regiões do Cerrado (MOURA et al., 2013) não existindo estudos envolvendo as populações do estado de Minas Gerais.

Além destes fatores, a expansão das áreas de pastagem, a agricultura, as queimadas e desmatamento têm sido alguns dos fatores da redução da cobertura da vegetação do bioma

(BEUCHLE et al., 2015) que, aliado ao extrativismo intensivo que a espécie vem sendo submetida pode gerar perda de material genético, comprometendo a reprodução natural da espécie bem como à sobrevivência das comunidades que dela dependem (MELO JÚNIOR et al., 2004).

O pequizeiro é considerado uma espécie alógama, com ocorrência de hercogamia, alta produção de pólen e alta taxa de polimorfismo que apresenta alto grau de autoincompatibilidade genética, de acordo com estudos desenvolvidos nos Cerrados de Brasília, Goiás e São Paulo (GRIBEL e HAY, 1993; COLLEVATTI et al, 2001a; DIAS, 2007).

Entretanto, o sistema reprodutivo de uma espécie pode variar dentro de sua distribuição geográfica devido à necessidade de equilibrar as garantias promovidas pela variabilidade genética, oriunda da polinização cruzada, e a segurança reprodutiva, promovida pela autopolinização, fatores que variam em resposta à diferentes condições espaço-temporais (RECH et al., 2018; OPEDAL et al., 2016).

Tais aspectos justificam a importância de se estudar a mesma espécie, em diferentes áreas e épocas do ano, mesmo que haja conhecimento prévio acerca de suas estratégias reprodutivas. Nesse sentido, o Vale do Jequitinhonha no estado de Minas Gerais foi escolhido para o presente estudo uma vez que nada se conhece sobre os aspectos reprodutivos da espécie nos Cerrados dessa região.

O trabalho teve por objetivos, caracterizar a biologia floral de *C. brasiliense* e investigar aspectos de sua biologia reprodutiva.

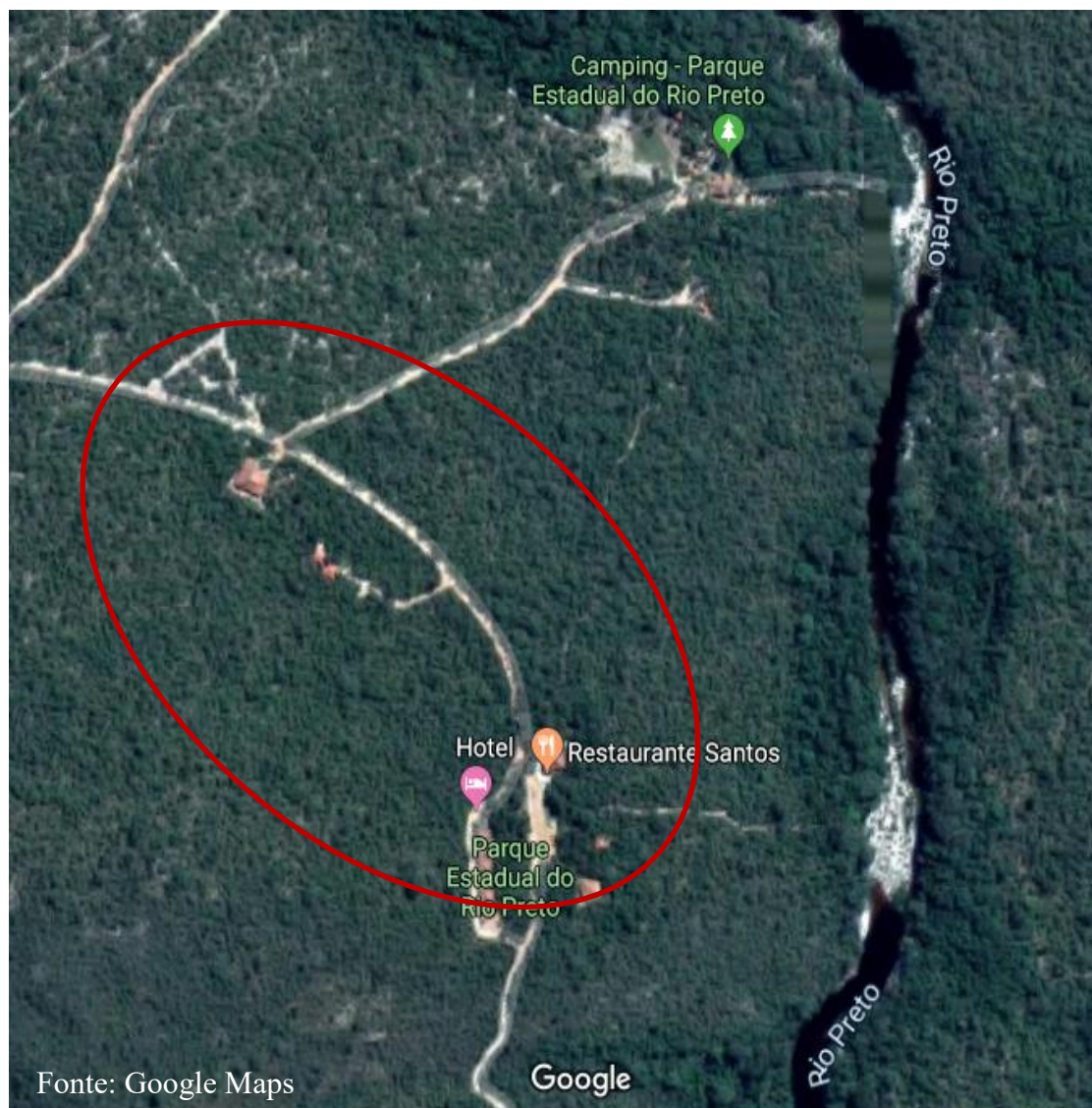
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Os estudos foram conduzidos no período de setembro de 2016 a março de 2018 no Parque Estadual do Rio Preto (PERP) (18°07'12,9"S, 43°20'36,9"W) localizado no município de São Gonçalo do Rio Preto, na bacia do Rio Jequitinhonha e inserido no complexo da Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais, Brasil. A área de estudos está inserida no domínio fitogeográfico do Cerrado (Figura 01). Apresenta altitude de 700 a 800 m e possui como cobertura vegetal nativa um cerrado denso com vegetação predominantemente arbórea com média de cinco a oito metros de altura. O solo é do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico. O clima é mesotérmico, CWb na classificação de Köppen (SILVA; CARMO, 2003), marcado

por temperaturas cujas médias anuais giram em torno dos 18°C e índice pluviométrico médio de 1.500 mm/ano (ENOUT et al., 2009).

**Figura 1 – Localização da área de estudo**



### **Biologia floral**

Durante o período de estudo, 53 indivíduos de *C. brasiliense* foram acompanhados semanalmente durante a floração e quinzenalmente durante a frutificação. Os experimentos foram realizados durante dois períodos de floração e frutificação (Setembro de 2016 a março de 2017 e setembro de 2017 a março de 2018). Através de inspeções visuais em campo, foram registradas as informações: cor das peças florais, presença ou ausência de odor das flores, duração e período de antese, receptividade do estigma, volume de néctar, concentração de

açúcares e disponibilidade de pólen. Botões em pré-antese foram isolados com sacos de “TNT” por cerca de 16 horas (das 18 h às 12 h do dia seguinte) para quantificar o volume acumulado e a concentração de açúcares no néctar (40 flores de 10 indivíduos) utilizando respectivamente, seringas graduadas de 1 ml e refratômetro de bolso (escala 0 – 32%). As mensurações da quantidade de néctar produzida foram realizadas entre 08 h e 09 h da manhã seguinte à antese.

Para avaliar a morfologia floral, 15 flores de cinco indivíduos foram levadas ao laboratório do PERP, onde foram avaliados o número, a disposição das peças florais e o tamanho das estruturas, utilizando paquímetro digital (0005”/0,01 mm).

A receptividade do estigma foi testada em 25 flores de cinco indivíduos utilizando-se  $H_2O_2$  (Peróxido de Hidrogênio) a cada 4 horas durante todo o período de antese das flores e observada em campo com o auxílio de uma lente de aumento (aumento de 10 vezes) (GALEN e PLOWRIGHT, 1987).

Para avaliar a viabilidade polínica, 24 flores de oito indivíduos foram mantidas ensacadas e após o início da antese, dez anteras de cada flor foram coletadas e armazenadas dentro de tubos tipo eppendorf em solução de tetrazólio a 1% durante 24h. Este procedimento foi realizado a partir da antese a cada 4 horas até a senescência floral. Posteriormente foram confeccionadas três lâminas temporárias de cada amostra com água glicerizada + solução contendo os grãos de pólen. A contagem dos grãos de pólen foi realizada percorrendo-se a lâmina até atingir o total de 300 grãos contabilizados. Foram considerados grãos de pólen viáveis aqueles que se apresentaram corados em vermelho e inviáveis os não corados.

O número médio de flores por inflorescência foi estimada pela contagem do número de flores e botões de 50 inflorescências de 10 indivíduos.

### **Sistema reprodutivo**

Os experimentos de polinizações manuais foram realizados em 53 indivíduos. As polinizações foram realizadas à noite, entre 20h e 24h, obedecendo aos seguintes tratamentos: 1) polinização aberta (controle): botões foram marcados e as flores foram expostas a ação dos visitantes durante o período de antese ( $n = 952$ ); 2) polinização cruzada: botões foram previamente emasculados e ensacados durante a pré-antese ( $n = 174$ ), sendo a polinização realizada com pólen originado de três outros indivíduos distantes 50 metros da área de estudo. A polinização foi feita pincelando a superfície estigmática com pincel coberto de pólen; 3) Agamospermia: botões em pré-antese ( $n = 100$ ) foram emasculados e em seguida ensacados; 4) Autopolinização manual: botões previamente isolados e ensacados durante a pré-antese ( $n$



= 610) e polinizadas manualmente, com pólen produzido pela própria flor. Após a polinização, as flores foram ensacadas novamente para acompanhamento do desenvolvimento dos frutos.

Nos ramos em que houve formação de frutos, os mesmos foram mantidos ensacados e acompanhados até o amadurecimento. Frutos maduros foram contabilizados e abertos para verificação do número de sementes viáveis e abortadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Biologia floral

Os indivíduos de *C. brasiliense* apresentaram inflorescências que possuíam, em média,  $23 \pm 7$  botões verde-claros ou verde-avermelhados dispostos no ápice dos ramos, acima das folhas.

As flores são actinomorfas, monoclinas e polistêmones do tipo pincel. Na porção interna do cálice, entre a base dos filetes e o ovário encontra-se um anel formado por  $45 \pm 9,27$  estaminóides que são fundidos na base formando a câmara nectarífera que possui em seu centro o ovário de onde emergem de dois a seis estiletes, sendo mais comum quatro. O ovário é súpero, sincárpico, 2 a 6-carpelar, sendo mais comumente 4-carpelar; subereto e persistente. O estigma é truncado e pode localizar-se acima, abaixo ou ao nível das anteras. Possui em média  $327 \pm 37,73$  estames com filetes de cor creme que se dispõem de forma hemisférica e anteras amarelas que apresentam deiscência longitudinal. Apresentam de quatro a seis pétalas sendo o mais comum cinco. A face interna possui coloração creme ou amarelo e a face externo amarelo esverdeado ou amarelo avermelhado. Possui cinco sépalas com coloração verde claro. Os dados das dimensões das estruturas florais de *C. brasiliense* encontram-se na Tabela 1.

No geral, estes resultados se assemelham às descrições morfológicas realizadas por Prance e Silva (1973), Vitta (1992), Gribel e Hay (1993), Pediz et al. (2012) e Dias (2017). Entretanto, foram encontradas algumas divergências quanto ao tamanho das flores, número de lóculos no ovário, número dos estiletes, tamanho dos pistilos e número de flores por inflorescência.

**Tabela 1** - Número e dimensões das estruturas florais<sup>1</sup> de *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae), no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.

Estruturas	Número	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
Flor	-	-	74,2 ± 16,3
Sépala	5 ± 0,0	7,5 ± 0,1	8,9 ± 0,7
Pétala	5 ± 0,7	33,2 ± 2,5	19,9 ± 5,1
Estames	327 ± 37,7	42,5 ± 5,2	-
Estaminóides	45 ± 9,3	15,7 ± 2,0	-
Ovário	-	4,5 ± 1,2	4,7 ± 0,8
Estigma + estilete	4 ± 0,68	41,7 ± 7,9	-

<sup>1</sup>Média do número e dimensões das estruturas de 15 flores.

Flores de indivíduos encontrados no Estado da Bahia são ligeiramente menores (57 a 67 mm) que as relatadas para a área de estudo (PERDIZ et al., 2012). Também o número de flores por inflorescência (18 – 20) e o número de estames (250) relatados por Perdiz et al. (2012) foram menores que os encontrados por Prance e Silva (1973), Gribel e Hay (1993), Dias (2017) e neste trabalho (Tabela 1).

Quanto ao número de lóculos no ovário, Vitta (1992) em sua descrição relata que a espécie possui de dois a cinco; entretanto foram encontrados indivíduos que possuíam ovário com seis lóculos, assemelhando-se aos resultados reportados por Prance e Silva (1973) e Gribel e Hay (1993).

Outra divergência está relacionada ao tamanho dos pistilos. Foram encontrados na população avaliada indivíduos cujos estigmas se localizavam acima, ao mesmo nível e abaixo das anteras. No entanto, Gribel e Hay (1993) relatam que em *Caryocar brasiliense* ocorre o fenômeno de hercogamia. Portanto, a hercogamia não ocorre em todos os indivíduos da população.

A não ocorrência de hercogamia para todos os indivíduos da espécie, bem como a autocompatibilidade e mesmo a ocorrência de autogamia corroboram com a possibilidade da ocorrência de transição de um sistema de polinização especializado para um mais generalizado, uma vez que não existem no pequizeiro caracteres florais restritivos a determinado polinizador (PRANCE e SILVA, 1973; GRIBEL e HAY, 1993). Embora a troca de um sistema de polinização especializado para um mais generalizado seja um evento raro ou pouco evidenciado na literatura (ARMBRUSTER, 1998; BRITO et al., 2016), pode estar

ocorrendo na espécie, corroborando com os resultados encontrados por Dias (2017) para *C. brasiliense* subsp *intermedium*.

As diferenças morfológicas observadas entre a população estudada e outras populações pode ter origem na história natural da família Caryocaraceae, que tem como centro de dispersão a Bacia Amazônica e de lá se espalhou pelas Américas Central e do Sul (PRANCE e SILVA, 1973). Tais processos migratórios geraram diferenças genéticas correlacionadas ao isolamento geográfico (COLLEVATTI et al. 2001b), uma vez que a espécie possui ampla distribuição (DIAS, 2017). Este processo de diferenciação genética pode ter agregado diferenças fenotípicas florais às diversas populações (DIAS, 2017). Também fatores abióticos climáticos podem ter exercido pressões seletivas suficientes para alterar a morfologia vegetativa e reprodutiva da planta (ETTERSON et al., 2016).

O pequizeiro possui flores com antese noturna que na área de estudo se iniciou entre 18h00 e 22h00. Suas flores apresentaram odor percebido desde o início da antese estendendo-se durante toda a noite, cessando-se na manhã seguinte entre 07h00 e 08h00. A sequência de eventos que marcaram a antese iniciou-se com o afastamento das pétalas côncavas abrindo espaço para a saída de algumas anteras. Nessa fase, os filetes agrupados formaram um tufo único, espiralado e comprimido envolvendo os estiletes. Os filetes se distenderam primeiro que os estiletes e antes da abertura completa das pétalas já se encontravam distendidos. Os estigmas apresentaram-se viáveis quando os estiletes já estavam totalmente distendidos e permaneceram viáveis durante todo o período de antese das flores.

As anteras estavam abertas desde o início da antese e o pólen possuía aspecto pulverulento. As flores ao receber qualquer agitação liberavam uma “nuvem” de pólen que se depositava nas pétalas, cálice, filetes, ovário e por vezes também no estilete e estigma.

A sequência de eventos que ocorrem para a abertura das flores não havia sido descrita para *C. brasiliense*, embora alguns aspectos tenham sido pontuados por Gribel e Hay (1993), Dias (2017) e Paiva et al. (2019). As espécies que compõem o gênero *Caryocar* compartilham a morfologia floral, o hábito de floração e a síndrome de polinização, ocorrendo ainda mecanismo semelhante de abertura das flores (PRANCE e SILVA, 1973). Estas características são particularmente muito semelhantes quando comparamos as descrições realizadas para *C. brasiliense* e para *C. villosum* reportadas por Prance e Silva (1973) e Martins e Gribel (2017).

Em relação à viabilidade polínica, foi observado que a porcentagem média de grãos de pólen inviáveis na população estudada é alta (Tabela 2). Entretanto, quando os valores individuais são analisados é possível observar que a viabilidade é variável, sendo encontrados

desde indivíduos com baixíssima porcentagem de pólen viável (01 e 03) a aqueles cuja viabilidade polínica é alta (02 e 07).

**Tabela 2** – Média<sup>1</sup> da viabilidade polínica em *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae), no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.

Indivíduo	Viabilidade Polínica (%)	
	Grãos de pólen viáveis	Grãos de pólen inviáveis
01	9,7	90,3
02	73,7	26,3
03	10,0	90,0
04	23,7	77,3
05	38,3	61,7
06	36,7	63,3
07	70,3	29,7
08	17,3	82,7
Média	34,9	65,1

<sup>1</sup>Valores oriundos da média de 5 amostras por indivíduo; 3 lâminas por amostra.

Essa variação na viabilidade polínica individual pode estar relacionada à idade das árvores avaliadas uma vez que a viabilidade dos grãos de pólen tende a diminuir com o aumento da idade (GIORDANI et al., 2017). Os indivíduos avaliados não possuíam a mesma idade por se tratar de uma população natural.

Foi observado também que há disponibilidade de grãos de pólen viáveis durante todo o período de antese, a quantidade, porém, varia de acordo com o indivíduo. Em alguns a viabilidade polínica se manteve baixa durante todo o período de duração da flor (01, 03, 04 e 08), em outros (05 e 06) ela diminuiu ao longo da antese, chegando quase à totalidade de grãos de pólen inviáveis próximo a senescência floral, e há ainda aqueles (02 e 07) cuja viabilidade se manteve alta durante o todo o período em que a flor permaneceu funcionalmente atrativa.

Em relação ao néctar, o mesmo foi produzido desde o início da antese até a manhã seguinte, não sendo observada a sua reposição após ser retirado. Entretanto, no período noturno da antese foi observado que se o néctar fosse drenado, o mesmo era repostado pelo

indivíduo. Em algumas flores, especialmente aquelas inclinadas devido à posição da inflorescência, o néctar era drenado constantemente da corola com altas taxas de secreção, chegando a escorrer e pingar no chão. O volume acumulado de néctar aferido variou de 100  $\mu\text{L}$  a 1280  $\mu\text{L}$ , média de 552,4  $\mu\text{L} \pm 385,2$  e a concentração de açúcares variou de 11% a 26%, com média de 15,3%  $\pm 3,3$ .

O volume de néctar produzido em *C. brasiliense* é alto, sendo essa uma das características de plantas consideradas como tipicamente quiropterófilas e compartilhada com as demais espécies que pertencem ao gênero *Caryocar* (PRANCE e SILVA, 1973; MARTINS e GRIBEL, 2007; COELHO et al., 2013). Os resultados encontrados tanto de volume quanto de teor de açúcar se assemelham aos encontrados por Gribel e Hay (1993) e Martins e Gribel (2007) para *C. villosum*. Os autores também reportaram que houve reposição de néctar no período noturno da antese como apontado neste trabalho. Entretanto, Bobrowiec e Oliveira (2012) encontraram resultado oposto: baixa produção de néctar e incapacidade da espécie regular a sua produção e reposição.

O horário de finalização da antese variou entre os indivíduos. Aqueles cujas flores iniciaram a abertura por volta das 18 horas finalizaram a antese entre 10 e 11 horas do dia seguinte sendo acompanhadas pelas flores cuja abertura foi mais tardia. Nos indivíduos cujas flores abriram às 22 horas a antese finalizou por volta das 15 horas. Ao final da antese, as flores apresentavam-se esmaecidas ocorrendo a abscisão da corola e estames concluindo um ciclo de aproximadamente 17 horas em que a flor é funcionalmente atrativa.

Gribel e Hay (1993) relataram que a antese finaliza na manhã seguinte a abertura da flor e parece depender de fatores climáticos. Os resultados do presente trabalho, no entanto, demonstraram que a duração da antese está relacionada ao horário de abertura da flor e que a mesma permanece funcional também no período diurno. Resultados semelhantes foram descritos por Dias (2017) para *C. brasiliense* subsp. *intermedium*. Os autores observaram que as flores permaneceram funcionais e ativas tanto no período noturno como no diurno possibilitando que outros grupos de polinizadores (abelhas e beija-flores) contribuíssem mais com a frutificação da espécie, sugerindo a troca do sistema de polinização especializado para um mais generalizado.

Embora a guilda de polinizadores não tenha sido objeto de estudo do presente trabalho, os resultados corroboram com o estudo de Dias (2017) uma vez que muitos indivíduos da população permaneceram com flores funcionais no período diurno possibilitando que uma maior diversidade de visitantes florais atue como polinizadores efetivos para a espécie.

### Sistema reprodutivo

Os resultados dos testes de polinização (Tabela 3) demonstraram que *C. brasiliense* frutifica com o próprio pólen uma vez que as autopolinizações manuais resultaram na formação de frutos com sementes viáveis. As polinizações cruzadas manuais e as polinizações abertas resultaram em uma taxa de frutificação menor que as autopolinizações e não houve formação de frutos por agamospermia. Observou-se também que a produção de frutos foi extremamente baixa com a presença de um grande número de sementes abortadas dentro dos frutos, inclusive em frutos oriundos de polinização cruzada.

**Tabela 3** – Resultados dos testes de polinização em *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae), no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.

Tipo de Polinização	Nº de Flores	Nº de frutos formados	Nº de sementes viáveis	Nº de Sementes abortadas	% de frutos formados
Autopolinização Manual	610	52	73	124	8,52
Polinização Aberta	952	51	89	120	5,35
Polinização Cruzada	174	8	10	20	4,59
Agamospermia	100	0	0	0	0
Total	1836	111	172	264	6,04

A baixa formação de frutos já foi relatada em outros trabalhos com o pequizeiro (GRIBEL e HAY, 1993; ROMANCINE e AQUINO, 2007; COELHO et al., 2013; DIAS, 2017) e ocorre também em *C. villosum* (MARTINS e GRIBEL, 2007). Estes resultados podem estar ligados a problemas como autopolinização, mecanismos de regulação materna ou aborto de frutos (COLLEVATTI et al., 2001a; COLLEVATTI et al. 2009).

A morfologia floral, em especial a hercogamia, alta produção de pólen (GRIBEL e HAY, 1993) e a alta taxa de polimorfismo encontrada em indivíduos de *C. brasiliense* (COLLEVATTI et al., 2001b) são indícios de que o pequizeiro é uma espécie preferencialmente alógama. Entretanto, a autopolinização também ocorre naturalmente em *C. brasiliense* (Colevatti et al., 2009) seja de forma espontânea (DIAS, 2017) ou promovida pelo polinizador (MARTINS e GRIBEL, 2007) uma vez que os morcegos ao perturbarem as anteras durante a visita (PRANCE e SILVA, 1973) podem promover a autopolinização.

A ausência de hercogamia observada em muitos indivíduos e a autocompatibilidade que a espécie demonstra possuir podem favorecer a formação de frutos por autofecundação e esta pode ser a razão para a obtenção de uma alta porcentagem de frutos oriundos das autopolinizações manuais na população estudada.

Em relação à baixa porcentagem de frutos oriundos de polinização aberta, várias causas podem estar envolvidas além daquelas reportadas por Collevatti et al. (2001a) e Collevatti et al. (2009), tais como pequena superfície estigmática, alta taxa de pólen inviável e ausência de polinização efetiva.

Gribel e Hay (1993) observaram que as superfícies estigmáticas de *C. brasiliense* são pequenas sendo possível receber apenas de quatro a seis grãos de pólen. E uma vez que são necessários de dois a sete grãos de pólen por óvulo para garantir a produção de tubos polínicos e a formação do fruto (CRUDEN, 1977), a quantidade de pólen que entraria em contato com estigma fica próxima do limite de comprometimento da fertilização do óvulo. Outro fator a ser considerado é a alta taxa de pólen inviável na população (Tabela 2), pois, mesmo que o pólen entre em contato com o estigma, este pode ser inviável comprometendo a formação de frutos.

Além destes fatores, podemos considerar a hipótese de que nem todas as flores tenham sido visitadas por polinizadores. Dias (2017) menciona que em sua área de estudo nem todas as flores foram visitadas pelos morcegos e algumas receberam mais de 10 visitas. Este fato pode ter relação direta com o comportamento de forrageamento dos morcegos, uma vez que ao definirem uma rota de forrageamento, provavelmente não definiram algumas flores como um recurso, não sendo visitadas e consequentemente não ocorrendo polinização efetiva (DIAS, 2017).

Estes resultados corroboram com os obtidos por Coelho et al. (2013). Para avaliar a eficiência da polinização natural os autores contaram os grãos de pólen em pistilos de flores um dia após a antese e avaliaram o crescimento do tubo polínico. Havia grãos de pólen em apenas 42% dos estigmas sendo que, 17% possuíam apenas um grão de pólen, 11% possuíam três grãos de pólen e 14% cinco grãos de pólen. Os 58% demais não apresentaram grãos de pólen ou tubos polínicos, indicando ausência de polinização. Acredita-se, portanto, que também estas sejam as razões da ocorrência de baixa formação de frutos nas polinizações abertas.

Em relação aos frutos produzidos por polinizações cruzadas, pode ser que a injúria sofrida pelas flores devido à técnica de emasculação, tenha interferido na capacidade de formação e desenvolvimento de frutos. Este resultado também registrado em *Palicourea*

*rigida* (Rubiaceae), *Barbacenia paranaenses* (Velloziaceae) e *Prunus salicina* (Rosaceae) (SILVA, 1995; LUZ, 2014; SILVEIRA, 2008). Esta poderia ser uma explicação para a baixa frutificação dos cruzamentos controlados (flores emasculadas e polinizadas manualmente). Outra explicação provável pode ser atribuída à baixa viabilidade polínica dos indivíduos doadores de pólen ou ligada a mecanismos de regulação materna e aborto dos frutos (COLLEVATTI et al., 2001a; COLLEVATTI et al. 2009).

Em relação à alta taxa de sementes abortadas, Collevatti et al. (2009) relatam que as sementes abortadas nos frutos são originárias de autofecundações ou da fecundação por grãos de pólen de doadores intimamente relacionados à árvore cujas sementes foram abortadas. Entretanto, as sementes abortadas podem ser originadas pela ausência de fertilização do óvulo, seja pela inviabilidade polínica ou pela ausência de grãos de pólen nos estigmas como observado por Coelho et al. 2013.

## CONCLUSÃO

Os resultados das descrições morfológicas das flores dos indivíduos da população estudada revelaram características até então não registradas para *C. brasiliense*.

As flores permanecem viáveis por todo o período de antese e ocorre uma volumosa produção de néctar exclusivamente noturna com teor médio de açúcar em torno de 15,3%.

Os dados obtidos do sistema reprodutivo indicam que a espécie é autocompatível e possui baixa taxa de frutificação.

## REFERÊNCIAS

- ARAKAKI, A. H.; SCHEIDT, G. N.; PORTELLA, A. C.; ARRUDA, E. J.; COSTA, R. B. O baru (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. **Interações**, v. 10, p. 31-39, 2009.
- ARMBRUSTER, W.S; BALDWIN, B.G. Switch from specialized to generalized pollination. **Nature**. Reino Unido, v. 394, n. 6694, p. 632-632, 1998.
- BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, p. 116–127, 2015.
- BOBROWIEC, P. E. D.; OLIVEIRA, P. E. Removal Effects on Nectar Production in Bat-pollinated Flowers of the Brazilian Cerrado. **Biotropica**. Hoboken, v. 44, n. 1, p. 1–5, 2012.



BRITO, V. L.; FENDRICH, T. G.; SMIDT, E. C.; VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Shifts from specialised to generalised pollination systems in *Miconieae* (Melastomataceae) and their relation with anther morphology and seed number. **Plant Biology**, v. 18, n. 4, p. 585-593, 2016.

COELHO, C. P.; OLIVEIRA, P. E.; MARTÍN, J. R. Los murciélagos como vector de polinización del Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb. Caryocaraceae), un recurso clave en las comunidades tradicionales brasileñas. **Chronica naturae**, v. 3, p. 38-48, 2013.

COLLEVATTI R.G.; GRATTAPAGLIA, D.; HAY, J.D. Population genetic structure of the endangered tropical tree species *Caryocar brasiliense*, based on variability at microsatellite loci. **Molecular Ecology**, v. 10, p. 349–356. 2001b.

COLLEVATTI, R. G.; GRATTAPAGLIA, D.; HAY, J. D. High resolution microsatellite based analysis of the mating system allows the detection of significant biparental inbreeding in *Caryocar brasiliense*, an endangered tropical tree species. **Heredity**. Edinburgh, v. 86, p. 60-67, 2001a.

COLLEVATTI, R. G; ESTOLANO, R.; GARCIA, S.; HAY, J. D. Seed abortion in the bat pollinated Neotropical tree species, *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Botany**, v. 87, n. 11, p. 1110-1115, 2009.

CRUDEN, R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, p. 32-46, 1977.

DIAS, A. B. **Ecologia da polinização e troca de polinizadores de *Caryocar brasiliense* subsp. *intermedium* (Caryocaraceae), em área meridional do cerrado**. 47 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

ENOUT, A. M. J.; LOBATO, D. N.; AZEVEDO, C. S.; ANTONINI, Y. Parasitismo por malófagos (Insecta) e ácaros (Acari) em *Turdus leucomelas* (Aves) nas estações reprodutiva e de muda de penas no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. **Zoologia**. Curitiba, v. 26, n. 3, p. 534-540, 2009.

ETTERSON, J. R.; MAZER, S. J. How climate change affects plants' sex lives. **Science**, v. 353, p. 32-33. 2016.

GALEN, C.; PLOWRIGHT, R. C. Testing the accuracy of using peroxidase activity to indicate stigma receptivity. **Canadian Journal of Botany**. Ottawa, v. 65, n. 1, p. 107-111, 1987.

GIORDANI, S. C. O.; OLIVEIRA, C. N. S.; FRANCINO, D. M. T.; SANTOS, P. H. R.; COSTA, M. R.; FERNANDES, J. S. C. Viabilidade polínica em *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 68., 2017, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: UFRJ, 2017. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/wp-content/uploads/2019/04/Anais68CNBot.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination Ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado Vegetation. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v. 9, n 2, p. 199-211, 1993.

GUEDES, M. N. S.; RUFINI, J. C. M.; MARQUES, T. R.; MELO, J. O. F.; RAMOS, M. C. P.; VIOL, R. E. Minerais e compostos fenólicos em diferentes estádios de maturação de frutos de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, e-360, 2017.

LUZ, P. M. **Biologia reprodutiva e genética de populações de *Barbacenia paranaenses* L.B.SM (Velloziaceae), espécie endêmica e ameaçada de extinção no paraná**. 77 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MARTINS, R. L.; GRIBEL, R. Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 30, n. 1, p.37-45, 2007.

MELO JUNIOR, A. F.; CARVALHO, D.; PÓVOA, J. S. R.; BEARZOLI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequi (Caryocar brasiliense Camb). **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v.66, p.56-65, 2004.

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; AGUIAR, A. V.; SOBIERAJSKI, G. R.; Variabilidade entre procedências e progênies de Pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 103-112, 2013.

OPEDAL Ø. H., ALBERTSEN E., ARMBRUSTER W. S., PÉREZ-BARRALES R., FALAHATI-ANBARAN M., PÉLABON C. Evolutionary consequences of eco-logical factors: pollinator reliability predicts mating-system traits of a perennial plant. **Ecology Letters**, v. 19, n. 1486-1495, 2016.

PAIVA, E. A. S.; DÖTTER, S.; DE-PAULA, O. C.; SCHLINDWEIN, C.; SOUTO, L. S.; VITARELLI, N. C.; SILVA, C. I.; MATEUS, S.; SANTOS, I. A.; OLIVEIRA, D. M. T. Osmophores of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): a particular structure of the androecium that releases an unusual scent. **Protoplasma** (2019). <https://doi.org/10.1007/s00709-019-01356-4>

PERDIZ, R. O.; SÃO-MATEUS, W. M. B.; AMORIM, A. M. Flora da Bahia: Caryocaraceae. **Sitientibus, série Ciências Biológicas**. Feira de Santana, v. 12, n. 1, p. 109–113, 2012.

PRANCE, G. T.; Silva, M. F. D. Caryocaraceae. **Flora Neotropica 12**. New York: New York Botanical Garden Press, 1973.

RECH A. R.; JORGE L. R.; OLLERTON J. SAZIMA M. Pollinator availability, mating system and variation in flower morphology in a tropical savanna tree. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n. 3, p. 462-472, 2018.

ROMANCINI, R. M.; AQUINO, F. G. Aspectos da biologia reprodutiva do pequi (Caryocar brasiliense subsp. *Intermedium* Camb.) (Caryocaraceae) em plantio experimental. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais eletrônicos...**

Caxambu: USP, 2007. Disponível em: <<https://www.ecologianobrasil.com.br/viiiiceb/pdf/117.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

SILVA, A.P. **Biologia reprodutiva e polinização de *Paulicourea rigida* H.B.K. (Rubiaceae)**. 82 f. 1995. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 1995.

SILVA, F. R.; CARMO, V. A. Caracterização das paisagens como subsídio às ações de planejamento do Parque Estadual do Rio Preto – município de São Gonçalo do Rio Preto - Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: UERJ, 2003. Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.3/329/329.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SILVEIRA, T. M. T. **Polinização em amoreira-preta (*Rubus* sp.), mirtilo (*Vaccinium ashei*) e ameixeira-japonesa (*Prunus salicina*)**. 89 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**. v. 1, n. 99, p. 1-3, 2017.

VITTA, F. A. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caryocaraceae. **Boletim de Botânica**. São Paulo, v. 13, p. 165-168, 1992.

## CAPITULO II

### ANATOMIA FLORAL DE *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae)

#### RESUMO

Diante da evidente falta de estudos sobre a anatomia floral de *Caryocar brasiliense* e da importância de se analisar anatômica e estruturalmente órgãos reprodutores de espécies nativas, o presente trabalho que teve por objetivo descrever a anatomia floral da espécie em uma área de Cerrado no estado de Minas Gerais. Os estudos foram conduzidos no Parque Estadual do Rio Preto. Botões florais e flores de *Caryocar brasiliense* foram coletados entre setembro de 2016 e Dezembro de 2017, fixados e armazenados em álcool etílico 70°GL. Lâminas histológicas permanentes foram confeccionadas utilizando técnicas usuais e anatomia vegetal e coradas com Fucsina básica 0,5% e Azul de Alcian 0,5%. As flores do pequi apresentam sépalas conatas na base com epiderme unisseriada e levemente papilosa com numerosos tricomas na face adaxial. As pétalas são conatas na base e adnatas na base com os estames. O filete possui epiderme formada por células de tamanhos e formas variadas e apresentam um único feixe vascular colateral. As anteras são bisporangeadas. Os estiletes emergem de uma depressão apical do ovário e são iguais em número aos carpelos. O ovário é súpero bi a pentacarpelar. Os óvulos são grandes, campilótrofos, bitegumentados e crassinucelados, inserem-se no ovário por placentação axial e apresentam funículo curto. Ocorre hispóstase desenvolvida com acúmulo de substâncias fenólicas. Os resultados encontrados em geral se assemelharam aos relatados para o gênero *Caryocar*. As informações obtidas no trabalho são extremamente importantes uma vez que estudos anatômicos de estruturas florais podem ser uma ferramenta adicional para a compreensão da biologia reprodutiva da espécie bem como proporcionar um melhor entendimento da origem e função desempenhada por estas estruturas.

**Palavras-chave:** Pequi. Biologia floral. Estruturas florais.

#### ABSTRACT

Given the evident lack of studies on the floral anatomy of *Caryocar brasiliense* and the importance of analyzing anatomically and structurally reproductive organs of native species,

the present work aimed to describe the floral anatomy of the species in a Cerrado area in the state of Minas Gerais. The studies were conducted at Rio Preto State Park. *Caryocar brasiliense* flower buds and flowers were collected between September 2016 and December 2017, fixed and stored in ethyl alcohol 70 GL. Permanent histological slides were made using standard techniques and plant anatomy and stained with 0.5% basic Fuchsin and Alcian Blue. 0.5%. Pequi flowers have connate sepals at the base with uniseriate and slightly papillary epidermis with numerous trichomes on the adaxial surface. The petals are connate at the base and adnate at the base with the stamens. The fillet has epidermis formed by cells of varying sizes and shapes and has a single collateral vascular bundle. The anthers are bisporangiate. The stamens emerge from an apical depression of the ovary and are equal in number to the carpels. The ovary is superbi to the pentacarpal. The eggs are large, campylotropic, bitegumented and crassinucellate, inserted into the ovary by axial placentation and have a short funicular. Occurs developed hispostasis with accumulation of phenolic substances. The results found in general resembled those reported for the genus *Caryocar*. The information obtained in this work is extremely important since anatomical studies of floral structures can be an additional tool for understanding the reproductive biology of the species as well as providing a better understanding of the origin and function of these structures.

**Key words:** Pequi. Floral biology. Floral structures.

## INTRODUÇÃO

Caryocaraceae Voigt é uma pequena família exclusivamente neotropical cuja ocorrência se estende da Costa Rica ao Brasil, incluindo os Andes orientais (PRANCE e SILVA, 1973). Atualmente, a família pertence à ordem Malpighiales cujas relações filogenéticas não se encontram completamente esclarecidas mesmo após estudos de caráter molecular (WURDACK e DAVIS, 2009). Suas espécies estão agrupadas em apenas dois gêneros, *Anthodiscus* G. F. W. Meyer e *Caryocar* L. com oito e 15 espécies, respectivamente (PRANCE e SILVA, 1973). No território brasileiro são catalogadas 13 espécies para a família, com representantes de ambos os gêneros, sendo *Caryocar* o mais abundante.

A grande maioria das espécies pertencentes à família provém da região amazônica, entretanto, o representante mais expressivo é o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.). (SOUZA e LORENZI, 2005; SILVA JÚNIOR et al., 2014) devido a sua importância econômica e ambiental. É amplamente distribuído no bioma Cerrado (ASCARI et al. 2013),

embora esteja presente também nos biomas Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica (KUHLMANN, 2012).

O estudo anatômico das flores de *C. brasiliense* é referido escassamente na literatura botânica, verificando-se apenas um trabalho sobre a anatomia de seus órgãos reprodutivos (PAIVA et al., 2019).

Deste modo, diante da evidente falta de estudos sobre a anatomia floral desta espécie e da importância de se analisar anatômica e estruturalmente órgãos reprodutores de espécies nativas, foi realizado o presente trabalho que teve por objetivo descrever a anatomia floral de *C. brasiliense* em uma área de Cerrado no estado de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Os estudos foram conduzidos no período de setembro de 2016 a março de 2018 no Parque Estadual do Rio Preto (PERP) (18°07'12,9"S, 43°20'36,9"W), localizado no município de São Gonçalo do Rio Preto, bacia do Rio Jequitinhonha e inserido no complexo da Serra do Espinhaço, no estado de Minas Gerais, Brasil. A área de estudos está inserida no domínio fitogeográfico do Cerrado. Apresenta altitude de 700 a 800 m e possui como cobertura vegetal nativa um cerrado denso com vegetação predominantemente arbórea com média de cinco a oito metros de altura. O solo é do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico. O clima é mesotérmico, CWb na classificação de Köppen (SILVA; CARMO, 2003), marcado por temperaturas cujas médias anuais giram em torno dos 18°C e índice pluviométrico médio de 1.500 mm/ano (ENOUT et al., 2009).

### Anatomia floral

Botões florais e flores de *Caryocar brasiliense* foram coletados entre setembro de 2016 e Dezembro de 2017, fixados em FAA 50 (formaldeído 37%, ácido acético glacial e álcool etílico 50°GL) por no mínimo 48 h e armazenados em álcool etílico 70°GL (JOHANSEN, 1940). Para a preparação de lâminas histológicas permanentes, as amostras foram desidratadas em série etanólica e incluídas em parafina seguindo os métodos usuais de inclusão. Secções transversais e longitudinais com espessura de 7-9 µm do botão floral, pétalas, sépalas, coluna e ovário foram obtidos com auxílio de micrótomo rotatório manual (LUPETEC® MRP09), coradas com Fucsina básica 0,5% e Azul de Alcian 0,5% e montadas com Entellan®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As flores do pequiheiro apresentam sépalas conatas na base. O cálice é abaxialmente espesso na base e gradualmente afilado em direção ao ápice. A superfície abaxial é rica em ondulações e profundas depressões (Figura 1 – B). A epiderme é unisseriada e levemente papilosa com numerosos tricomas na face adaxial e tricomas escassos na face abaxial (Figura 1 – B). Os tricomas são uni ou pluricelulares, com base bulbosa inserida na epiderme e paredes espessas e lignificadas. A presença de estomatos é restrita à face abaxial e a câmara estomática em sua maioria é reduzida. O mesofilo é parenquimatoso com células globosas de formas variadas com paredes mais espessas nas região adaxial com presença de feixes vasculares colaterais maiores intercalados com feixes menores (Figura 1 – B).

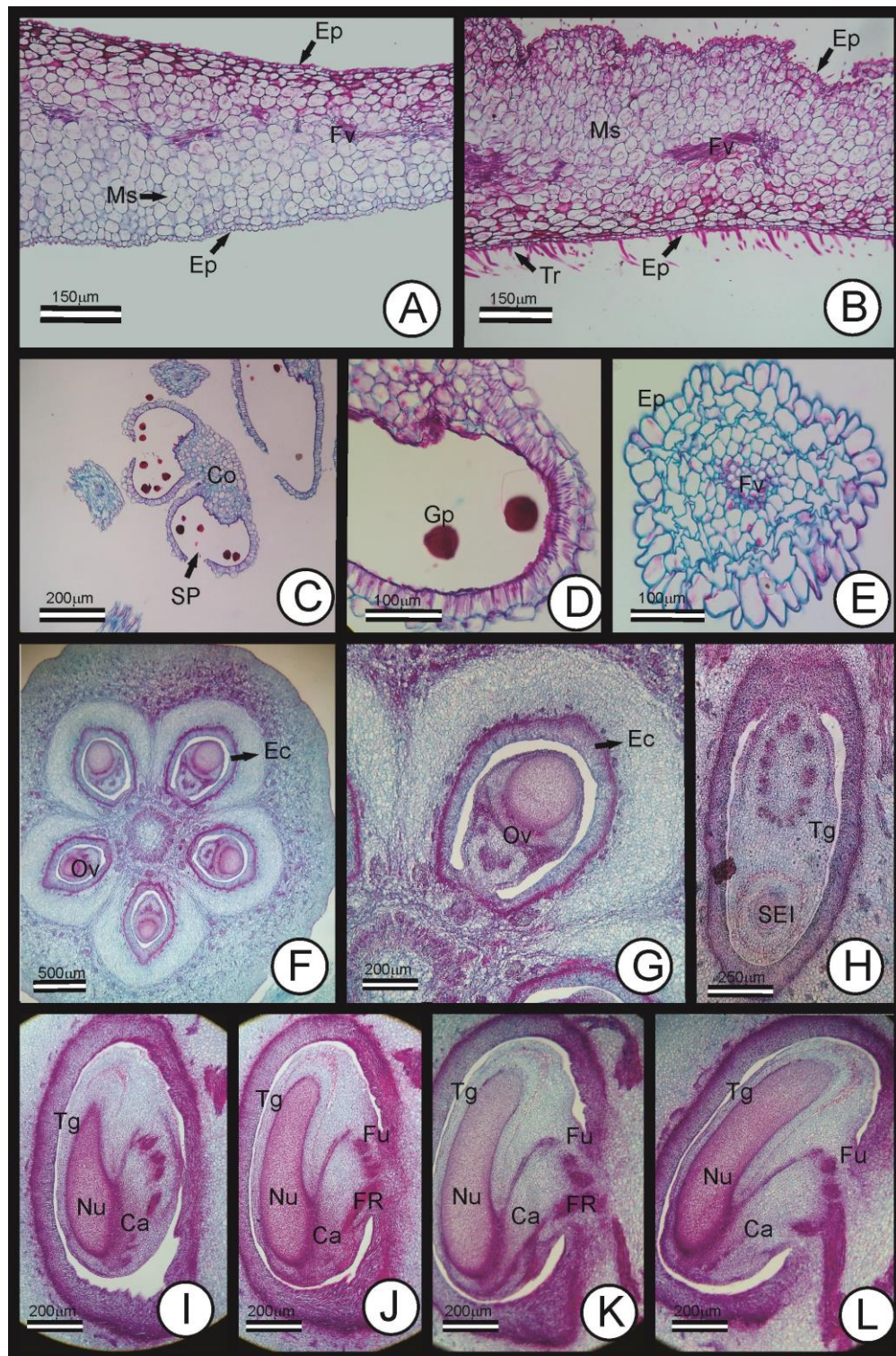
As pétalas são conatas na base e adnatas na base com os estames. A superfície petalar é ondulada e sulcada. A epiderme é unisseriada com células papilosas tanto na face adaxial quanto abaxial com ausência de tricomas (Figura 1 – A). Os estômatos possuem câmara subestomática variando de ampla a reduzida e são restritos à face abaxial. O mesofilo é parenquimatoso, apresentando geralmente duas fileiras de feixes vasculares colaterais (Figura 1 – A).

O filete possui epiderme formada por células de tamanhos e formas variadas, em sua maioria apresentam paredes anticlinais maiores que as periclinais. É preenchido por tecido parenquimático de células menores que as apresentadas na epiderme e apresentam um único feixe vascular colateral (Figura 1 – E).

As anteras maduras são bisporangeadas (Figura 1 – C). No conectivo ocorre além do feixe vascular, tecido parenquimático. A parede da antera é constituída por epiderme glabra e endotécio com células colunares. Foram visualizados grãos de pólen em estágio de maturação apresentando o tapete ainda evidente, bem como grãos de pólen com estágio de maturação completo (Figura 1 – D).



**Figura 01 – Anatomia floral<sup>1</sup> em *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae),  
Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.**



<sup>1</sup>A – Pétala; B – Sépala; C, D – Antera; E – Filete; F – Ovário; G, H, I, J, K e L – Óvulo, Tr – tricomas, Ep – epiderme, Fv – feixe vascular, Ms – mesofilo, Co – conectivo, SP – saco polínico, Ov – Óvulo, Gp - grão de pólen, Tg – Tegumento, SEI – Saco embrionário imaturo, Nu – Nucelo, Ca – Calaza, Fu – Funículo, FR - feixe rafeal.



Os estiletes emergem de uma depressão apical do ovário e são iguais em número aos carpelos. São formados por epiderme simples com células arredondadas, glabras, preenchido com parênquima fundamental formado por células globosas. Quando comparadas às da epiderme as células do parênquima são maiores, no entanto em vista longitudinal, apresentam forma retangular e tamanhos variados. Há presença de feixe vascular central colateral.

O ovário súpero bi a pentacarpelar, possui epiderme unisseriada, mesofilo parenquimatoso com células de pequeno diâmetro apresentando um alto nível de vascularização e a endoderme é multisseriada com aspecto meristemático (Figura 1 – F). Os óvulos são grandes de formato reniforme e preenchem completamente a câmara locular. São campilótropos, bitegumentados e crassinucelados, inserem-se no ovário por placentação axial e apresentam funículo curto (Figura 1 – G a L; Figura 2 – A). Cada lóculo contém apenas um óvulo. Apenas o tegumento interno, recobre o nucelo (Figura 2 – A). Ocorre hispóstase desenvolvida com acúmulo de substâncias fenólicas. A micrópila é formada pelo tegumento interno e externo (Figura 2 – B).

Em geral os resultados se assemelharam aos encontrados para o gênero *Caryocar* (DICKISON, 1990).

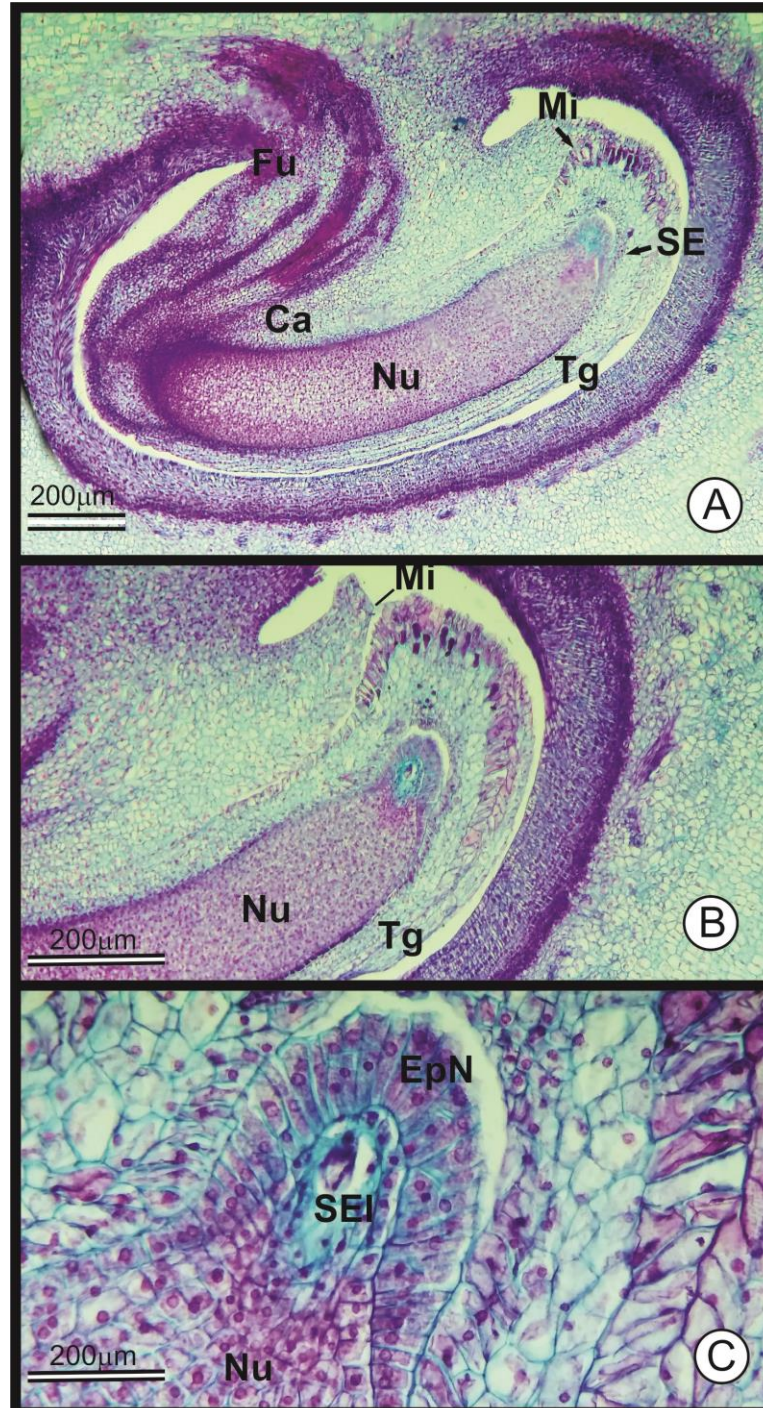
Algumas diferenças foram observadas nos tricomas presentes nas sépalas de *C. brasiliense*. Foram observados tricomas pluricelulares e não apenas unicelulares como observado por Dickison (1990).

Estômatos também foram observados na face abaxial tanto das sépalas quanto das pétalas. Este é um resultado importante uma vez que a presença de estômatos havia sido relatada até então apenas para o gênero *Anthodiscus* e estes, restritos apenas às pétalas (DICKISON, 1990).

As estruturas reprodutivas de *C. brasiliense* não eram conhecidas sob o ponto de vista anatômico uma vez que trabalhos envolvendo a anatomia floral para a espécie são raros. Dado a importância econômica e social desempenhada pela espécie para as populações que vivem na área de abrangência do bioma Cerrado, as informações obtidas no trabalho são extremamente importantes.

O estudo anatômico de estruturas florais pode ser uma ferramenta adicional importante para a compreensão da biologia reprodutiva do pequizeiro bem como proporcionar um melhor entendimento da origem e função desempenhada por estas estruturas. Além disso, estudos que enfoquem a compreensão de caracteres estruturais taxonomicamente relevantes são essenciais uma vez que as relações filogenéticas da ordem Malpighiales cuja família faz parte, não se encontram completamente esclarecidas (WURDACK e DAVIS, 2009).

**Figura 02 – Ovário de *Caryocar brasiliense* Cambess. (Caryocaraceae), Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais.**



Fu – funículo, Mi – micrópila, SE – saco embrionário, Ca – calaza, Nu – nucelo, Tg – tecumento, EpN – epiderme nucelar, SEI – Saco embrionário imaturo.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados em geral se assemelharam aos relatados para o gênero *Caryocar*.

Foram observados tricomas pluricelulares na sépalas de *C. Brasiliense*, contrariando os resultados descritos na literatura.

Foram encontrados estômatos na face abaxial tanto das sépalas quanto das pétalas. Resultado importante uma vez que a presença de estômatos havia sido relatada até então apenas para o gênero *Anthodiscus* e estes, restritos apenas às pétalas.

## REFERÊNCIAS

ASCARI, J.; TAKAHASHI, J. A.; BOAVENTURA, M. A. D. The phytochemistry and biological aspects of Caryocaraceae family. **Revista brasileira de plantas medicinais**. Botucatu, v. 15, n. 2, p. 293-308, 2013.

DICKISON, W. C. A study of the floral morphology and anatomy of the Caryocaraceae. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 117, p. 123–137, 1990.

ENOUT, A. M. J.; LOBATO, D. N.; AZEVEDO, C. S.; ANTONINI, Y. Parasitismo por malófagos (Insecta) e ácaros (Acari) em *Turdus leucomelas* (Aves) nas estações reprodutiva e de muda de penas no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. **Zoologia**. Curitiba, v. 26, n. 3, p. 534-540, 2009.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: MacGraw-Hill, 1940. 533 p.

KUHLMANN, M. **Frutos e sementes do Cerrado atrativos para a fauna**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 360 p.

PAIVA, E. A. S.; DÖTTER, S.; DE-PAULA, O. C.; SCHLINDWEIN, C.; SOUTO, L. S.; VITARELLI, N. C.; SILVA, C. I.; MATEUS, S.; SANTOS, I. A.; OLIVEIRA, D. M. T. Osmophores of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): a particular structure of the androecium that releases an unusual scent. **Protoplasma** (2019). <https://doi.org/10.1007/s00709-019-01356-4>

PRANCE, G. T.; Silva, M. F. D. Caryocaraceae. **Flora Neotropica 12**. New York: New York Botanical Garden Press, 1973.

SILVA, F. R.; CARMO, V. A. Caracterização das paisagens como subsídio às ações de planejamento do Parque Estadual do Rio Preto – município de São Gonçalo do Rio Preto - Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: UERJ, 2003. Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.3/329/329.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SILVA JÚNIOR, M. C.; SOARES-SILVA, L. H.; CORDEIRO, A. O. O.; MUNHOZ, C. B. R.; **Guia do Observador de Árvores: tronco, copa, e folha**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2014. 252 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 611 p.

WURDACK, K. J.; DAVIS, C. C. Malpighiales phylogenetics: gaining ground on one of the most recalcitrante clades in the angiosperm. **American Journal of Botany**. San Louis, v. 96, n. 8, p. 1551-1570, 2009.

### CAPITULO III

#### REPETIBILIDADE E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS EM POPULAÇÕES DE PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense* Cambess.)

##### RESUMO

O desenvolvimento de pesquisas que visem quantificar a produção de frutos por árvore e determinar os fatores que influenciam a variabilidade da produção são importantes para o pequizeiro cujos frutos são muito apreciados e comercializados na região do Cerrado brasileiro. Desta forma, o trabalho teve por objetivo estimar os efeitos de avaliações, matrizes e do coeficiente de repetibilidade para a produção de frutos e a produtividade de frutos, polpa e óleo por hectare em matrizes de pequizeiros oriundos de duas populações. Foram realizadas quatro avaliações em 21 matrizes nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 em dois locais (São Gonçalo do Rio Preto e Curvelo) do Estado de Minas Gerais para os caracteres: número total de frutos produzidos, massa total dos frutos e massa média dos frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância e a partir dos resultados foram estimados o coeficiente de repetibilidade e o coeficiente de determinação genotípica. Para calcular a produtividade por hectare foi estimado o número de árvores por hectare, a produção total de frutos por hectare, a massa total de frutos por hectare, a massa total de polpa por hectare e a produção total de óleo de polpa por hectare. Os efeitos de matrizes e avaliações foram significativos para a maioria das variáveis. O coeficiente de repetibilidade estimado foi acima de 0,6 para a grande maioria das variáveis, sendo considerado de alta magnitude. As quatro avaliações realizadas foram consideradas satisfatórias para se atingir um coeficiente de determinação de pelo menos 80%, comprovando a regularidade do comportamento das matrizes. As melhores estimativas de rendimento de frutos, polpa e óleo ocorreram em matrizes da população de Curvelo, sendo 15.079,7, 1.427,0 kg e 275,0 kg por hectare, respectivamente. A seleção de matrizes superiores para as variáveis em apreço deve ser conduzida em mais de uma população levando-se em consideração a produtividade em número e quilos de frutos, polpa e teor de óleo das matrizes, favorecendo desta forma, o sucesso em um eventual programa de melhoramento genético para a espécie.

**Palavras-chave:** *Caryocar brasiliense*. Coeficiente de repetibilidade. Coeficiente de determinação. Pequi.

## ABSTRACT

The development of research aimed at quantifying fruit production per tree and determining factors influencing production variability are important for the pequi fruit whose fruits are highly appreciated and marketed in the Brazilian Cerrado. The objective of this work was to estimate the effects of evaluations, mother trees and the repeatability coefficient for fruit production and yield of fruits, pulp and oil per hectare in pequi trees from two populations. Four evaluations were carried out in 21 matrices in 2013, 2014, 2015 e 2016 and at two sites (São Gonçalo do Rio Preto and Curvelo) of the State of Minas Gerais for the characters: total number of fruits produced, total mass fruit and average mass fruit. The data were submitted to analysis of variance and from the results were estimated the repeatability coefficient and the genotypic determination coefficient. To calculate yield per hectare, the number of plants per hectare, total mass of fruits per hectare, total mass of kg of fruit per hectare, total pulp mass per hectare and total pulp oil yield per hectare were estimated. The effects of mother trees and evaluations were significant for most of the variables. The estimated repeatability coefficient was above 0.6 for the great majority of the variables being considered of high magnitude. The four evaluations were considered satisfactory to reach a determination coefficient of at least 80%, proving the regularity of the behavior of the matrices. The best fruit, pulp and oil productivity estimates occurred in matrices of the population of Curvelo, being 15079,7, 1427,0 kg and 275,0 kg per hectare, respectively. The selection of superior matrices for the variables under consideration should be conducted in more than one population taking into account the productivity in number and kilograms of fruits, pulp and oil content of the matrices, thus favoring the success in any eventual program of genetic improvement for the species.

**Key words:** *Caryocar brasiliense*. Repeatability coefficient. Determination coefficient. Pequi.

## INTRODUÇÃO

As espécies frutíferas encontradas no Cerrado brasileiro possuem grande aceitação no mercado consumidor devido ao sabor marcante e peculiar de seus frutos, com elevados teores de vitaminas, proteínas e sais minerais (SILVA et al., 2015a). Entre elas, destaca-se o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess.), cujos frutos são muito apreciados e utilizados na alimentação humana, por meio do preparo de pratos típicos, condimentos, óleos e bebidas adocicadas (SIQUEIRA et al., 2012), sendo muito comum no Estado de Minas Gerais onde é conhecido popularmente como pequi.

Em alguns estados brasileiros, a participação do pequi na renda de pequenos agricultores é expressiva. Na região norte de Minas Gerais, por exemplo, a colheita e a comercialização do fruto mobilizam boa parte da população que vive no campo e pode representar cerca de 50% da renda anual dos trabalhadores rurais (LOPES et al., 2003). Os frutos comercializados são quase que em sua totalidade provenientes de atividade extrativista (MOURA et al., 2013), e embora a exploração de frutos seja de caráter estacional, especialmente na área rural, a contribuição econômica desta atividade é muito maior do que a apontada pelas estatísticas oficiais (FELFILI et al., 2004).

Para espécies florestais cujos frutos apresentam usos múltiplos e alto valor econômico, como é o caso do pequi, um nível máximo de frutificação e uma mínima variação anual são fatores importantes para o sucesso comercial e para sustentabilidade da colheita (KAINER et al., 2007). Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que visem quantificar a produção de frutos por árvore e determinar os fatores que influenciam a variabilidade da produção individual (TONINI et al., 2008).

Uma atividade importante para conhecer a produtividade de determinada espécie é o monitoramento da produção ao longo dos anos, uma vez que ele gera modelos de prognose confiáveis, que levem em conta a variabilidade na frutificação das espécies (BORGES, 2009). Em espécies perenes, sucessivas avaliações de um mesmo atributo são realizadas a fim de aprimorar a eficiência da seleção, e neste sentido, o emprego do coeficiente de repetibilidade para avaliação dos caracteres torna-se imprescindível (OLIVEIRA; MOURA, 2010). Este coeficiente pode ser descrito como a correlação entre as medidas de determinado caráter em um mesmo indivíduo, cujas medições foram repetidas no tempo ou no espaço (CRUZ et al., 2012). Busca-se, portanto, aferir a capacidade de determinado genótipo em repetir a expressão do caráter ao longo do tempo, em sucessivas avaliações (RESENDE, 2002).

Dessa maneira, o coeficiente de repetibilidade é fundamental para avaliação dos caracteres, onde estimativas altas de repetibilidade implicam na possibilidade de se predizer o valor real do indivíduo, com um número pequeno de medições (CRUZ et al., 2012).

Além disso, o conhecimento do coeficiente de repetibilidade nos processos de seleção de características de interesse pode reduzir o tempo, a mão de obra e os custos dos trabalhos de seleção de indivíduos geneticamente superiores (CRUZ; REGAZZI, 2001), bem como fornecer informações importantes para o manejo sustentável do extrativismo ao qual a espécie vem sendo submetida. A avaliação da produção utilizando as estimativas do coeficiente de repetibilidade tem sido reportada na literatura para diversas espécies (DEGENHARDT et al., 2003; NEGREIROS et al., 2008; LIRA JÚNIOR et al., 2014; MAIA et al., 2017), no entanto, não há registros de estudos utilizando tais estimativas para a produção do pequi. Desta forma, o objetivo do trabalho foi estimar os efeitos de avaliações, matrizes e do coeficiente de repetibilidade para a produção de frutos e a produtividade de frutos, polpa e óleo por hectare em pequizeiros oriundos de duas populações.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Matrizes de pequi foram avaliadas no Parque Estadual do Rio Preto e na Fazenda Experimental do Moura.

O Parque Estadual do Rio Preto (PERP) (Figura 1) (18°07'12,9"S, 43°20'36,9"W) está localizado no município de São Gonçalo do Rio Preto, no Estado de Minas Gerais. A área de estudos está inserida no domínio fitogeográfico do Cerrado. Apresenta altitude de 700 a 800 m e possui como cobertura vegetal nativa um cerrado denso com vegetação predominantemente arbórea com média de cinco a oito metros de altura (IBGE, 2004). O solo é do tipo Neossolo Quartzarênico Órtico. O clima é mesotérmico, CWb na classificação de Köppen (SILVA; CARMO, 2003), marcado por temperaturas cujas médias anuais giram em torno dos 18°C e índice pluviométrico médio de 1.500 mm/ano (ENOUT et al., 2009).



**Figura 1 – Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil.**

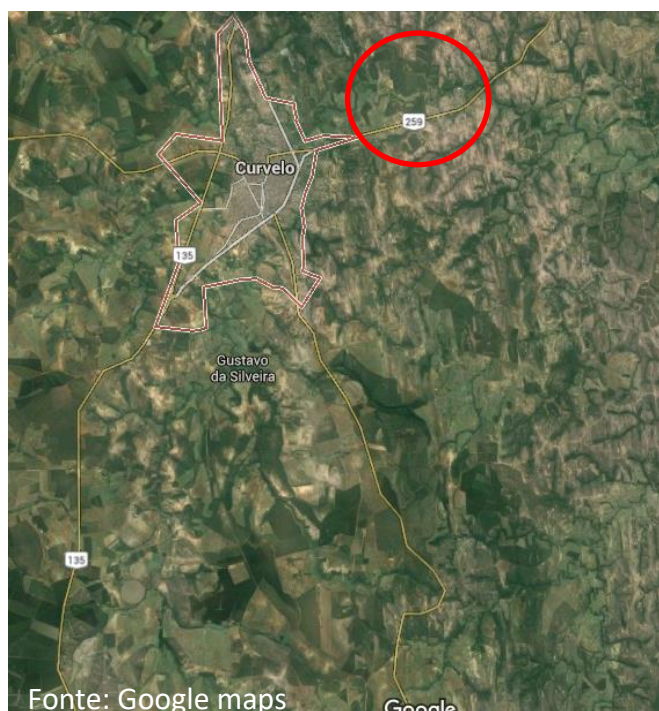


A Fazenda Experimental do Moura (MOURA) (Figura 2) pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), está localizada no município de Curvelo no estado de Minas Gerais (18°45'S e 45°25'W). Possui altitude média de 715 m. O clima da região é do tipo Aw (tropical com inverno seco), segundo a classificação de Köppen (STRAHLER; STRAHLER, 2002), com temperatura média de 28° C e índice pluviométrico de 1.200 mm/ano (INMET). A vegetação predominante no município de Curvelo é típica de Cerrado (IBGE, 2004).

### **Coleta, análise e interpretação dos dados**

A produção de frutos de 21 matrizes (09 do MOURA e 12 do PERP) foi avaliada em quatro momentos: no MOURA foi avaliada nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 e no PERP nos anos de 2013, 2014, 2016 e 2017. Foi realizada uma Análise de Variância (Tabela 1) envolvendo as quatro avaliações para os caracteres: número total de frutos produzidos (NTF), massa média dos frutos (MMF) e massa total dos frutos (MTF), considerando-se, para cada variável, o modelo  $y_{ij} = \mu + m_i + a_j + e_{ij}$  onde  $y_{ij}$  se refere à observação da matriz  $i$  no ano  $j$ ;  $\mu$  se refere à média geral;  $m_i$  se refere ao efeito da matriz  $i$ ;  $a_j$  se refere ao efeito do ano  $j$ ; e  $e_{ij}$  se refere ao efeito da interação matriz x ano.

**Figura 2 – Fazenda Experimental do Moura, Minas Gerais, Brasil.**



**Tabela 1** – Quadro da análise de variância conjunta para número total de frutos produzidos (NTF), massa média dos frutos (MMF) e massa total dos frutos (MTF) coletados em matrizes de duas populações (Parque Estadual do Rio Preto/São Gonçalo do Rio Preto e Fazenda Experimental do Moura/Curvelo, MG) por quatro anos.

FV	GL	QM	E(QM)
(NTF, MMF e MTF)			
Avaliações	3	$Q_A$	$V_{et} + 4V_A$
Matrizes	20	$Q_M$	$V_{et} + 4V_M$
Matrizes x Avaliação	60	$Q_{et}$	$V_{et}$
Total	83		

FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado médio; E(QM): Esperança do Quadrado médio;  $Q_A$ : Quadrado médio de anos;  $Q_M$ : Quadrado médio de matrizes;  $Q_{et}$ : Quadrado médio do erro temporário;  $V_{et}$ : Variância do erro temporário;  $V_A$ : Variância de anos;  $V_M$ : Variância de matrizes

A partir das esperanças dos quadrados médios (Tabela 1) foi estimado o coeficiente de repetibilidade ( $\rho$ ) onde:

$$\rho = \frac{V_M}{(V_M + V_{et})}$$

Os valores estimados de repetibilidade foram classificados quanto à magnitude em altos, quando maiores ou iguais a 0,60; médios quando se situam entre 0,30 e 0,60 e baixos quando menores ou iguais a 0,30 (RESENDE, 2002).

O coeficiente de determinação genotípica ( $R^2$ ), que representa a porcentagem de certeza da predição do valor real dos indivíduos selecionados com base nas 4 medições efetuadas, foi obtido pela expressão:

$$R^2 = \frac{4\rho}{1+\rho(4-1)}$$

A área ocupada pela matriz em metros quadrados (AOM) foi estimada com base no diâmetro médio da copa de cada matriz (D) utilizando a expressão:

$$\pi(D/2)^2$$

Para calcular a produtividade por hectare em número e kg de frutos, inicialmente foi estimado o número de árvores por hectare (NAH) com base no diâmetro médio da copa de cada matriz (D) utilizando a expressão:

$$NAH = 10.000 / [\pi(D/2)^2]$$

A estimativa da produção total de frutos por hectare (NTFH) de cada matriz foi obtida utilizando a média do número total de frutos obtido nas quatro avaliações ( $\bar{x}$  NTF) e o número estimado de árvores por hectare (NAH), utilizando a expressão:

$$NTFH = \bar{x} \text{ NTF} \times NAH$$

Para estimar a massa total de frutos por hectare (MTFH) foi utilizada a média do peso total de frutos de cada matriz obtida nas quatro avaliações ( $\bar{x}$  MTF) e o número estimado de árvores por hectare (NAH), conforme a expressão:

$$MTFH = \bar{x} \text{ MTF} \times NAH$$

Para estimar a massa total de polpa por hectare (MTPH) e produção total de óleo de polpa por hectare (PTOH) foram utilizados a massa total de polpa por fruto e a porcentagem

média de lipídios por fruto obtidas por SOARES, et al. (2017) utilizando as mesmas matrizes do presente trabalho. A MTPH foi obtida multiplicando-se a massa total de polpa por fruto pelo NTFH e a PTOH multiplicando-se a porcentagem média de lipídios por fruto pela MTPH.

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa Microsoft Excel®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância (Tabela 2), observa-se que existem diferenças significativas ( $P < 5\%$ ) para todas as variáveis analisadas. Este resultado fornece indícios da ocorrência de variabilidade entre as matrizes para as variáveis, indicando a possibilidade de identificação de matrizes promissoras.

**Tabela 2** - Análise de Variância para as variáveis avaliadas<sup>1</sup> e suas respectivas probabilidades de significância P(F) para os frutos de pequizeiro analisados nos anos de 2013 a 2017 provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

FV	P(F) %											
	Conjunto				MOURA				PERP			
	GL	NTF	MMF	MTF	GL	NTF	MMF	MTF	GL	NTF	MMF	MTF
Avaliações	3	0,000	0,001	0,000	3	0,004	0,004	0,002	3	0,000	0,048	0,000
Matrizes	20	0,000	0,003	0,000	8	0,000	0,002	0,003	11	0,153	0,482	0,136
Mat. x Aval.	60				24				33			
Total	83				35				47			

<sup>1</sup>FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; NTF: número total de frutos; MMF: massa média de frutos (kg); MTF: massa total de frutos (kg).

Observa-se que as estimativas do coeficiente de repetibilidade para todas as variáveis em Curvelo foram superiores as de Rio Preto (Tabela 3). Este resultado pode estar relacionado a fatores climáticos, ambientais e genéticos, uma vez que as duas populações estão localizadas em áreas distantes entre si e com relevo, clima e solo distintos.

**Tabela 3** - Estimativas médias do coeficiente de repetibilidade ( $\rho$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para as variáveis<sup>1</sup> avaliadas nos anos de 2013 a 2017, em frutos de pequizeiro provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

Variáveis	Repetibilidade e Determinação					
	Conjunto		MOURA		PERP	
	$\rho$	$R^2$	$\rho$	$R^2$	$\rho$	$R^2$
NTF	0,85	0,96	0,84	0,95	0,61	0,86
MMF	0,71	0,91	0,82	0,95	0,50	0,80
MTF	0,84	0,95	0,80	0,94	0,62	0,86

<sup>1</sup>NTF: número total de frutos; MMF: massa média de frutos (kg); MTF: massa total de frutos (kg).

Tais estimativas não foram encontradas na literatura para a produção de frutos em pequizeiros, embora tenham sido utilizadas para várias espécies frutíferas tais como o bacurizeiro (SILVA et al., 2009), a cajazeira (SOARES, 2008; SILVA et al., 2015), o umbuzeiro (SANTOS et al., 1999), a mangueira (COSTA, 2003; MAIA et al., 2017), a cirigueleira (LIRA JÚNIOR et al., 2014), o açaizeiro e a pitangueira (DANNER et al., 2010).

Para a variável NTF (Tabela 3), os valores encontrados foram superiores àqueles estimados para cirigueleira, laranjeira doce e mangueira (COSTA, 2003; NEGREIROS et al., 2008; LIRA JÚNIOR et al., 2014).

Em relação à MMF, as estimativas para o conjunto e Rio Preto foram semelhantes às encontradas para o araçazeiro, cajazeira, umbuzeiro e aceroleira (SANTOS et al., 1999; LOPES et al., 2001; SOARES, 2008; DANNER et al., 2010; SILVA et al., 2015). Já as estimativas encontradas em laranjeira doce, mangueira, cirigueleira, bacurizeiro, pitangueira e goiabeira (DEGENHARDT et al., 2003; NEGREIROS et al., 2008; SILVA et al., 2009; DANNER et al., 2010; LIRA JÚNIOR et al., 2014; MAIA et al., 2017) foram inferiores as encontradas para os dois locais e o conjunto.

Foram observadas estimativas altas para a MTF em comparação a outras espécies tais como a laranjeira doce, goiabeira, cirigueleira, araçazeiro e mangueira (DEGENHARDT et al., 2003; COSTA, 2003; NEGREIROS et al., 2008; DANNER et al., 2010; LIRA JÚNIOR et al., 2014).

Em relação à magnitude, os valores estimados de repetibilidade foram considerados altos para a grande maioria das variáveis com exceção da MMF para Rio Preto cujo valor foi

considerado médio (Tabela 3). Estes valores encontrados demonstram regularidade entre as avaliações expressando um bom controle genético dessas variáveis (CRUZ; REGAZZI, 2001)

Segundo Cruz e Regazzi (2001) a repetibilidade varia em função da natureza do caráter, das propriedades genéticas da população e das condições ambientais sob as quais os indivíduos são avaliados. Representa ainda, o valor máximo que a herdabilidade no sentido amplo pode atingir (CRUZ et al., 2012) sendo a diferença entre elas, devido ao fato de que a variância genotípica utilizada para estimar a repetibilidade não é apenas de origem genética, uma vez que o componente de variância do ambiente permanente entre indivíduos confunde-se com a variância genotípica (CRUZ; REGAZZI, 2001).

Portanto, considerando-se que o pequizeiro é uma espécie perene e que não existem na literatura estimativas de herdabilidade para as variáveis avaliadas, as estimativas de repetibilidade ora encontradas podem ser úteis na avaliação de germoplasma e em programas de melhoramento genético para a espécie. Além disso, altos coeficientes de repetibilidade refletem em um maior controle genético e acurácia da avaliação dos valores fenotípicos, o que facilitaria o desenvolvimento de trabalhos de melhoramento (CRUZ et al., 2012).

O coeficiente de determinação demonstra a confiabilidade do valor fenotípico em prever o valor real dos genótipos (FERREIRA et al., 2005). No presente estudo, as estimativas de  $R^2$  variaram entre 80% e 96% para todas as variáveis considerando as três análises. Estes valores demonstram a confiabilidade para as variáveis que em sua maioria podem ser ditas elevadas, uma vez que valores de  $R^2$  acima de 80% são considerados adequados (RESENDE, 2002). Também indicam que o número de avaliações realizadas foi considerado satisfatório para comprovar a regularidade do comportamento das matrizes.

Observa-se que os menores valores encontrados para todas as características avaliadas para as variáveis de produção nos anos de 2013 a 2017 ocorreram em matrizes oriundas de Rio Preto (Tabela 4), sendo a média de todas as variáveis das matrizes desta região menores que a média das variáveis para as matrizes de Curvelo. Considerando as matrizes das duas populações, a média de NTF, MMF e MTF por indivíduo foi de 308 frutos, 130g e 45 kg, respectivamente (Tabela 4).

Esta média do NTF de 308 é considerada alta quando comparada à média do número de frutos por indivíduo relatados em outros estudos com o pequizeiro (BRUZINGA, 2017; GRIBEL E HAY, 1993; SANTANA E NAVES, 2003; ZARDO, 2008; BORGES, 2009; OLIVEIRA, 2009; FERREIRA ET AL., 2015).

Santana e Naves (2003), Zardo (2008) e Bruzinga (2017) atribuem o baixo valor encontrado em seus trabalhos ao fato de terem considerado a média de todos os indivíduos

produtivos, incluindo os de pequeno porte (Diâmetro a altura do solo de até cinco cm) e consequentemente com baixa produção de frutos. Este fato pode explicar a diferença do NTF encontrado neste trabalho, uma vez que os indivíduos avaliados possuíam diâmetro do caule superior a 15 cm.

**Tabela 4** - Valores médios por procedências e matrizes para as variáveis<sup>1</sup> avaliadas nos anos de 2013 a 2017, em frutos de pequizeiro provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

População	Matriz	DMC	NTF	MMF	MTF
MOURA	1	12,8	688	96	66,9
MOURA	4	8,0	269	156	42,6
MOURA	6	14,0	229	199	46,1
MOURA	8	12,8	716	114	85,2
MOURA	11	13,3	912	157	146,5
MOURA	17	14,4	571	208	118,3
MOURA	N02	7,5	307	104	43,1
MOURA	N03	5,3	278	91	33,9
MOURA	N05	9,7	250	171	57,0
	Média	10,9	469	144	71,1
PERP	151	12,0	220	106	30,4
PERP	167	12,5	342	78	53,8
PERP	168	6,5	217	134	26,5
PERP	172	6,7	219	75	22,5
PERP	174	9,7	295	112	44,7
PERP	N151	7,0	64	145	9,4
PERP	N154	3,9	50	143	7,2
PERP	N156	4,6	67	111	7,8
PERP	N158	5,3	94	120	12,0
PERP	N159	9,1	274	123	34,3
PERP	N160	7,7	94	103	12,7
	Média	7,6	175	115	23,6

<sup>1</sup>DMC: Diâmetro médio da copa em metros; NTF: número total de frutos; MMF: massa média de frutos (g);

MTF: Massa total de frutos (kg).

Porém, 308 frutos por matriz é um valor considerado muito baixo quando comparado à média de 2195 frutos por indivíduo encontrado por Gulias et al. (2008). A variação do número de frutos produzidos por indivíduo relatada na literatura é alta sendo encontrados valores entre zero e 3175 frutos (SANTANA; NAVES, 2003; GULIAS et al., 2008; ZARDO, 2008; BORGES, 2009; FERREIRA et al., 2015).

Os resultados obtidos encontram-se entre estes valores, uma vez que o NTF variou de 50 a 912 considerando a média das avaliações e 28 a 1572 quando considerado o menor e o maior valor entre as avaliações para as duas regiões (Tabela 4).

Segundo Silva (1998), a produção por árvore varia de 500 a 2.000 frutos, entretanto, é em geral baixa sendo proporcional à altura e diâmetro da copa (SANTANA; NAVES, 2003, OLIVEIRA et al., 2008). Diversos outros fatores também podem explicar essa variação na produção de frutos tais como idade das árvores, diferenças no genótipo das populações, características do solo e condições climáticas.

Os valores encontrados para MMF variaram entre 75 g e 208 g e se encontram entre os valores de 6,6 g a 399,4 g citados por outros pesquisadores (SILVA et al., 2001; VERA et al., 2007; ZARDO, 2008; MOURA et al., 2013; BRUZINGA, 2017). Segundo Gribel e Hay (1993) a massa dos frutos inteiros varia entre 30g e 400g e dependem do número de sementes presentes. Desde modo, a variação encontrada para a MMF provavelmente se deve ao número de sementes e as variações genéticas e ambientais existentes entre os indivíduos dentro de cada população e também entre as populações.

Na Tabela 5 encontram-se as estimativas do número de plantas e produtividade por hectare. Observa-se que o número de plantas por hectare variou conforme o diâmetro médio de cada matriz e à área por ela ocupada. Quanto menor o número de plantas por hectare, maior é a área ocupada pela matriz e quanto maior o número de plantas por hectare, menor a área ocupada por ela.

O NTFH variou de 14.860 a 123.443. Os valores estimados dependem da produtividade média de cada matriz (Tabela 5) e da área ocupada pela mesma que influenciará no número de plantas por hectare. Portanto, a planta mais produtiva (matriz 11) e a menos produtiva (matriz N154) não foram as que obtiveram a maior e a menor produtividade por hectare.

A matriz N03 que obteve maior estimativa de produção por hectare, produziria quase duas vezes mais frutos (123.443) que a matriz 11 (65.627) e a matriz N151 que obteve menor estimativa de produção por hectare, produziria 2,5 vezes menos (16.500) que a matriz N154 (41646).



**Tabela 5** - Estimativas do número de plantas por hectare e produtividade por hectare<sup>1</sup> baseado nas avaliações realizadas nos anos de 2013 a 2017 e nos dados obtidos por Soares et al. (2017), em frutos de pequizeiro provenientes dos municípios de Curvelo (MOURA) e São Gonçalo do Rio Preto (PERP), Minas Gerais.

População	Matriz	DMC	AOM	NAH	NTFH	MTFH	MTPH	PTOH
MOURA	1	12,8	128,6	78	53.466	5.203,4	1.111,6	***
MOURA	4	8,0	50,2	199	53.466	8.485,9	787,6	***
MOURA	6	14,0	153,9	65	14.860	2.997,5	155,9	42,3
MOURA	8	12,8	129,6	77	55.210	6.572,1	797,2	***
MOURA	11	13,3	138,9	72	65.627	10.548,9	965,4	258,5
MOURA	17	14,4	162,8	61	35.030	7.261,6	697,1	275,0
MOURA	N02	7,5	44,1	226	69.547	9.753,7	1.200,4	***
MOURA	N03	5,3	22,4	445	123.443	15.079,7	1.427,0	***
MOURA	N05	9,7	74,6	134	33.518	7.640,0	597,9	159,9
Média		10,9	100,6	151	56.019	8171,4	860,0	183,9
PERP	151	12,0	113,1	88	19.430	2.690,8	505,6	111,4
PERP	167	12,5	122,7	81	27.848	4.385,0	321,9	***
PERP	168	6,5	33,1	301	65.244	7.999,3	825,3	***
PERP	172	6,7	35,7	279	61.199	6.292,8	832,3	159,5
PERP	174	9,7	74,6	134	39.444	5.991,6	465,4	137,9
PERP	N151	7,0	38,4	260	16.500	2.446,9	301,3	92,0
PERP	N154	3,9	28,2	837	41.646	6.007,5	533,4	***
PERP	N156	4,6	11,9	602	40.315	4.710,9	275,3	***
PERP	N158	5,3	16,6	453	42.494	5.426,8	511,6	***
PERP	N159	9,1	22,0	152	41.593	5.222,5	492,5	***
PERP	N160	7,7	65,7	212	19.980	2.697,5	280,5	***
Média		7,6	50,8	313	39.482	5.117,1	485,9	125,2

<sup>1</sup> DMC: diâmetro médio da copa em metros; AOM: <sup>3</sup>Área ocupada pela matriz em metros quadrados; NAH: Número de árvores por hectare; NTFH: número total de frutos por hectare; MTFH: massa total de frutos por hectare ( kg); MTPH: Massa total de polpa por hectare (kg); PTOH: produção total de óleo por hectare (kg).

\*\*\*% de lipídeos não estimados por Soares *et al.*, 2017.

Se levarmos em consideração a área ocupada pela matriz 11 (139 m<sup>2</sup>) e sua produção média (912 frutos), podemos observar que na área por ela ocupada caberiam

aproximadamente seis matrizes N03 (22 m<sup>2</sup>), o que daria uma produção de aproximadamente 1,8 vezes a produção da matriz 11 (1.668 frutos).

Quando observamos a MTFH, que nos dá a estimativa de produção de kg de frutos por hectare, podemos notar que este valor além do NTF de cada matriz (Tabela 4) e do NTFH (Tabela 5), depende da MMF e conseqüentemente da MTF de cada matriz (Tabela 4). A matriz N03 produziria cerca de 15 toneladas por hectare e a matriz 11 aproximadamente 10,5 toneladas por hectare. A pior produção seria da matriz N151 com aproximadamente 2,4 toneladas por hectare.

A polpa é a parte mais importante em termos de utilização dos frutos (SEGAL et al., 2006), uma vez que entra na composição de diversos pratos na culinária regional sendo o principal produto do pequi. Sua produção depende, além do número de frutos por planta, da massa média de frutos e do rendimento de polpa (FERREIRA et al., 2015), conforme podemos observar na estimativa da MTPH (Tabela 5). As matrizes N03, N02 e 1, neste caso, seriam as mais produtivas e as matrizes N156, N160 e N151 as menos produtivas.

Observa-se que o rendimento de polpa por hectare também varia entre as matrizes e as populações assim como ocorre para outras variáveis avaliadas. Tais resultados corroboram com a afirmação de diversos autores de que o rendimento de polpa pode variar consideravelmente entre populações e entre plantas (VERA et al., 2007; CORRÊA et al., 2008; MOURA et al., 2013, FERREIRA et al., 2015).

Entretanto, embora a polpa seja o principal produto aproveitável do fruto, o número de frutos oferece um bom indicador do potencial produtivo do pequi (FERREIRA et al., 2015).

O óleo de pequi, extraído da polpa dos frutos de pequi é o principal produto beneficiado desta frutífera (OLIVEIRA et al., 2009) sendo muito utilizado na alimentação. Podemos notar que o teor de óleo varia entre as matrizes e depende diretamente da porcentagem de lipídeos dos frutos de cada matriz e não da MTPH. Matrizes com maior MTPH não são necessariamente aquelas que produziram uma maior quantidade de óleo como podemos observar nas matrizes 11 e 17 de Curvelo e nas matrizes 151 e 174 de São Gonçalo do Rio Preto (Tabela 05).

Diversos autores estimaram o número de plantas e produtividade por hectare em pequi (GULIAS et al., 2008; BORGES, 2009; FERREIRA et al., 2015; BRUZINGA, 2017). Entretanto, tais estudos diferem do presente trabalho uma vez que consistiram em avaliar a produtividade de todos os indivíduos que estivessem distribuídos ao longo de determinada área de ocorrência da espécie.

Neste trabalho, buscou-se estimar a produtividade por hectare baseando-se em dados oriundos de quatro avaliações das mesmas matrizes, simulando a produtividade destas matrizes caso estivessem plantadas em uma área contínua. E, diante dos resultados, podemos afirmar que para formar um pomar de pequizeiros deve-se levar em consideração a produtividade, rendimento de polpa e óleo das matrizes bem como a área ocupada pelas mesmas, obtendo desta forma, maior produtividade por hectare.

Estudos no campo do melhoramento genético devem ser conduzidos a fim de selecionar genótipos com maior espessura de polpa e teor de óleo, bem como a definição de um sistema produtivo adequado que proporcione um melhor desempenho para a espécie.

## CONCLUSÃO

O coeficiente de repetibilidade estimado foi considerado de alta magnitude para a grande maioria das variáveis, sendo o número de avaliações realizado, considerado satisfatório para se atingir um coeficiente de determinação de pelo menos 80%, comprovando a regularidade do comportamento das matrizes.

As melhores estimativas de rendimento de frutos, polpa e óleo por hectare ocorreram em matrizes da população de Curvelo.

A seleção de matrizes superiores para as variáveis em apreço deve ser conduzida em mais de uma população levando-se em consideração a produtividade em número e quilos de frutos, polpa e teor de óleo das matrizes, favorecendo desta forma, o sucesso em um eventual programa de melhoramento genético para a espécie.

## REFERÊNCIAS

BORGES, L. M. **Amostragem aleatória de ramos como técnica para quantificar a produção de frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae).** 174f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

BRUZINGA, J.S. **Amostragem e predição da produção de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Cam.).** 2017. 146p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

CÔRREA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R. da; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando ao melhoramento genético. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008.

COSTA, J. G. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 263-266, 2003.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

DANNER, M. A.; RASEIRA, M. C. B.; SASSO, S. A. Z.; SCARIOT, I. C. S. Repetibilidade de caracteres de fruto em araçazeiro e pitangueira. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2086-2091, 2010.

DEGENHARDT, J. G. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 263-266, 2003.

ENOUT, A. M. J.; LOBATO, D. N.; AZEVEDO, C. S.; ANTONINI, Y. Parasitismo por malófagos (Insecta) e ácaros (Acari) em *Turdus leucomelas* (Aves) nas estações reprodutiva e de muda de penas no Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. **Zoologia**. Curitiba, v. 26, n. 3, p. 534-540, 2009.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; BORGES-FILHO, C. H.; VALE, A. T. Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recurso da flora. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 2004.

FERREIRA, A.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; HOFFMANN, H. P.; VIEIRA, M. A. S.; BASSINELLO, A. I.; SILVA, M. F. Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 40, n. 8, p. 761-767, 2005.

FERREIRA, G. A.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; VELOSO, V. R. S.; SOUZA, E. R. B. Produção de frutos de populações naturais de pequiheiro no Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 121-129, 2015.

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v. 9, p. 199-211, 1993.

GULIAS, A. P. S. M.; RIBEIRO, J. F.; OLIVEIRA, M. C.; AQUINO, F. G.; SILVA, M. R. Produtividade dos Pequiheiros (*Caryocar brasiliense* Cambess.) no município de Damianópolis, Goiás. In: IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2008, Brasília. **Anais...** Brasília-DF, 2008.

IBGE. 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20/11/2019.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; STAUDHAMMER, C.L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Forest Ecology and Management**. Netherlands, v. 250, p. 244-255, 2007.

LIRA JÚNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; MOURA, R. J. M.; SANTOS, V. F. Repetibilidade da produção, número e peso de frutos em cirigueira (*Spondias purpúrea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 214-220, 2014.

LOPES, P. S. N.; SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; OLIVEIRA, J. M.; ROCHA, I. D. F. Caracterização do ataque da broca dos frutos do pequi. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 540-543, 2003.

LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; LOPES, M. T. G.; FREITAS, G. B. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 36, n. 3, p. 507-513, 2001.

MAIA, M. C. C.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, P. F.; YOKOMIZO, G. K.; ARAÚJO, L. B. Repetibilidade de características quantitativas de frutos em seleções elite de manga rosa. **Revista Agroambiente On-line**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 56-62, 2017.

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização física de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) do Cerrado. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n. 5, p. 905-912, 2013.

NEGREIROS, J. R. S.; SARAIVA, L. L.; OLIVEIRA, T. K.; ÁLVARES, V. S.; RONCATTO, G. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em laranjeiras-doce no Acre. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 43, n. 12, p. 1763-1768, 2008.

OLIVEIRA, M. D. S. D.; MOURA, E. F. Repetibilidade e número mínimo de medições para caracteres de cacho de bacabi (*Oenocarpus mapora*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 32, n. 4, p.1173-1179, 2010.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E. **Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 32 p. (Documentos 113).

OLIVEIRA, W. L. **Ecologia populacional e extrativismo de frutos de *Caryocar brasiliense* Camb. no Cerrado no Norte de Minas Gerais**. 82p. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

RESENDE, M. D. V. **Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

SANTANA, J. G. & NAVES, R. V. Caracterização de ambientes de Cerrado com alta densidade de Pequizeiros (*Caryocar brasiliense* Camb.) na região Sudeste do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Brasília, v. 33, n. 1, p. 1-10, 2003.

SANTOS, C.A.F. *In situ* evaluation of fruit yield and estimation of repeatability coefficient or major fruit traits of umbu tree [*Spondias tuberosa* (Anacardiaceae)] in the semi-arid region of Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**. Dordrecht, v. 46, p. 455–460, 1999.

SEGAL, S. D. *et al.* Triacylglycerol analysis of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oil by electrospray and tandem mass spectrometry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. London, v. 86, p. 445-452, 2006.

SILVA, C. A.; DETONI, J. L.; COSTA, P. R.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R. Estimativa de repetibilidade em características de cajá-mirim no Norte do Espírito Santo. **Revista Agro@mbiente On-line**. Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 284-291, 2015.

SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SILVA, J. A.; PEREIRA, A. V.; SALVIANO, A.; JUNQUEIRA, G. D. Avaliação do potencial de produção do “pequizeiro-anão” sob condições naturais na região sul do Estado de Minas Gerais. COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 726-729, 2001.

SILVA, F. H. L.; FERNANDES, J. S. C.; ESTEVES, E. A.; PINTO, N. A. V. D.; SANTANA, R. C.; SANTOS, P. H. R. Procedências, matrizes e diâmetro do tronco na expressão de variáveis químicas em frutos de pequizeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.10, n. 1, p. 134-139, jan. 2015a.

SILVA, F. R.; CARMO, V. A. Caracterização das paisagens como subsídio às ações de planejamento do Parque Estadual do Rio Preto – município de São Gonçalo do Rio Preto - Minas Gerais. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2003, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte-MG, 2003.

SILVA, R. G.; CHAVES, M. C. L.; ARNHOLD, E.; CRUZ, C. D. Repetibilidade e correlações fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no Estado do Maranhão bacuri no Estado do Maranhão. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 31, n. 4, p. 587-591, 2009.

SIQUEIRA, B. S.; ALVES, L. D.; VASCONCELOS, P. N.; DAMIANI, C.; SOARES JÚNIOR, M. S. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geléia light de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 560-567, 2012.

SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CAMPELO, J. E. G.; LOPES, A. C. A.; MATOS FILHO, C. H. A. Repetibilidade e correlações entre caracteres morfo-agronômicos de cajazeira. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 6, p. 1851-1857, 2008.

STRAHLER, A.; STRAHLER, A. N. **Physical geography: science and systems of the human environment**. 2ed. New York: J. Wiley, 2002. 748 p.

TONINI, H.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, P. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfométricas da copa e índices de competição. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 11, p. 1509-1516, 2008.

VERA, R.; SOUZA, E.R.B.; FERNANDES, E.P.; NAVES, R.V.; SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro(*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no Estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 37, n. 2, p. 93-99, 2007.

ZARDO, R. N. **Efeito do impacto da extração de frutos na demografia do pequi (*Caryocar brasiliense*) no Cerrado do Brasil Central**. 50 p. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos estudos conduzidos contribuíram de forma significativa para o conhecimento da espécie. As descrições morfológicas e anatômicas das flores bem como os resultados dos testes de polinização revelaram características que ainda não haviam sido descritas para o pequiizeiro. Os estudos sobre biologia floral e reprodutiva contribuem de forma significativa para a compreensão dos mecanismos reprodutivos sendo fundamentais para os programas de conservação e melhoramento genético.

Uma forma importante de conservação e diminuição da pressão que o extrativismo predatório lhe impõe é sua domesticação e posterior formação de pomares comerciais. Os resultados encontrados para as estimativas de produtividade de frutos, polpa e óleo bem com as estimativas de repetibilidade para a produção de frutos são aspectos importantes a ser considerados.

Sucessivas avaliações da produção são necessárias para conhecer a produtividade da espécie e o coeficiente de repetibilidade aqui empregado foi, portanto, uma ferramenta valiosa para determinar a capacidade das matrizes repetirem a produção de frutos ao longo do tempo.

Diante destes resultados, podemos afirmar que para se formar um pomar de pequiizeiros deve-se levar em consideração a produtividade, rendimento de polpa e óleo das matrizes bem como a área ocupada pelas mesmas, podendo desta forma, obter maior produtividade por hectare. Entretanto para que isso ocorra é importante que os programas de melhoramento genético trabalhem na obtenção de genótipos com maior espessura de polpa e teor de óleo bem como no desenvolvimento de um sistema produtivo adequado que proporcione um melhor desempenho para a espécie.